



Industrial Engineering  
Department



*Proceeding*

# 4<sup>th</sup> ACISE

**Annual Conference on Industrial  
and System Engineering**

“Peranan Disiplin Ilmu Teknik Industri dalam Penerapan INDUSTRY 4.0”

**19 JULI 2017**



# **Annual Conference on Industrial Engineering**

“Peranan Disiplin Ilmu Teknik Industri Dalam Penerapan INDUSTRY 4.0”

**Desain Sampul dan Layout:** Liidil Fitri

**Penyelaras Akhir/ Editor:** Wiwik Budiawan

**Diterbitkan oleh:**

Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, SH. Tembalang-Semarang

Kode Pos 50275

Telp/ Fax 0247460052

Cetakan pertama, Agustus 2017

Copyright © 2017, Departemen Teknik Industri UNDIP

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

**ISBN 978-979-97571-7-3**

Semua tulisan yang ada dalam prosiding bukan merupakan cerminan sikap dan atau pendapat Dewan Penyunting. Tanggung jawab terhadap isi atau akibat dari tulisan tetap terletak pada penulis



## KATA PENGANTAR

**4<sup>th</sup> ACISE** (*Annual Conference on Industrial and System Engineering*) yang dilaksanakan pada tanggal 19 Juli 2017 di Hotel Grand Edge Semarang merupakan seminar tahunan rutin yang diselenggarakan oleh Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Seminar ini merupakan forum diskusi dan tukar-menukar informasi bagi para peneliti, praktisi dan pemerintah dengan tujuan untuk menghasilkan interaksi yang sinergis antar *stakeholder* terkait sehingga dapat mempercepat laju perkembangan industri nasional.

Tema seminar tahun ini adalah “Peranan Disiplin Ilmu Teknik Industri dalam Penerapan INDUSTRY 4.0”. Dalam seminar ini dipublikasikan 63 makalah yang terbagi dalam 3 sub topik bidang ke-Teknik Industri-an yaitu: ergonomi dan faktor manusia, sistem manufaktur dan kualitas, manajemen industri dan topik-topik lainnya. Seminar ini dihadiri oleh 21 perguruan tinggi dan instansi.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Bapak/Ibu pemakalah dan peserta yang telah berpartisipasi pada acara seminar ini, juga kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan bagi terselenggaranya seminar ini.

Akhir kata prosiding seminar ini disusun dengan harapan dapat memberikan informasi perkembangan terbaru riset dan teknologi di bidang Teknik Industri.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami mengucapkan terima kasih.

Semarang, 19 Juli 2017

Ketua 4<sup>th</sup> ACISE

Novie Susanto

## DAFTAR ISI

1. MODEL PENGENDALIAN PERSEDIAAN PROBABILISTIK MULTI ITEM SINGLE SUPPLIER DENGAN BONUS PEMBELIAN .....	1
2. MINIMASI PEMBOROSAN PADA UNIT PELAYANAN KESEHATAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN HEALTHCARE .....	10
3. PENERAPAN PAY-FOR-PERFORMANCE PLAN SEBAGAI BENTUK INOVASI MANAJEMEN SUMBER DAYA MANUSIA DI PT. INTI (PERSERO).....	21
4. PERANCANGAN PRODUK “PATCH” TAPE HAND DISPENSER DENGAN PENDEKATAN INDUSTRIAL DESIGN .....	27
5. QUALITY CONTROL UNTUK PRODUKSI SPARE PART PADA PT. YPTI DIVISI PLASTIC INJECTION MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA .....	44
6. MENGELIMINASI EKSTRA PENGIRIMAN RUTE MILKRUN IS13 PADA BULAN SEPTEMBER DI PT. TOYOTA MOTOR MANUFACTURING INDONESIA (TMMIN) SUNTER PLANT .....	52
7. PERBAIKAN FASILITAS KERJA PEKERJA PALLETIZING LINE 4 CAN PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA CENTRAL JAVA BERDASARKAN ANALISIS REBA .....	62
8. PENENTUAN WAKTU STANDARD PADA PROSES MIXING BIHUN JAGUNG DI PT. XYZ	72
9. ANTROPOMETRI KAKI ORANG INDONESIA SEBAGAI DASAR STANDARDISASI UKURAN SEPATU .....	79
10. OPTIMASI KAPASITAS DAN KOMPOSISI CRUDE UNIT CDU-II PT. PERTAMINA (PERSERO) RU IV CILACAP UNTUK MENCAPI KAPASITAS FEED UNIT RFCC 100% DESAIN .....	85
11. OPTIMASI KOMPOSISI MEDIA FILTER INSTALASI PENGOLAH AIR LIMBAH BATIK BERBASIS MULTI MEDIA FILTER DENGAN METODE SIMPLEX CENTROID DESIGN .....	94
12. PREVALENSI KECANDUAN INTERNET PADA MAHASISWA INDONESIA DAN PENGARUHNYA TERHADAP ASPEK FISIKAL.....	105
13. USULAN PERBAIKAN STASIUN KERJA SEWING BERDASARKAN HASIL EVALUASI MENGGUNAKAN METODE QEC, NORDIC BODY MAP, DAN REBA (STUDI KASUS : CV BAGOES COLLECTION).....	111
14. PENERAPAN LEAN SERVICE PADA KEGIATAN BONGKAR DAN DELIVERING PETI KEMAS FULL CAR LOAD (FCL) DI TERMINAL PETI KEMAS SEMARANG.....	122
15. IMPLEMENTASI MODEL HWWP DALAM STRATEGI PENINGKATAN KUALITAS LAYANAN BISNIS TAKSI.....	130

16. MARKET ENTRY ANALYSIS UNTUK ROBOT REHABILITASI PASIEN PASCA STROKE HERRO .....	144
17. ANALISIS PENCAHAYAAN PADA STASIUN PACKING DEPT.DYEING PT. TYFOUNTEX INDONESIA .....	152
18. PENGARUH KEBISINGAN TERHADAP STRESS KERJA PADA INDUSTRI FURNITURE DI SUKOHARJO .....	157
19. ANALISIS KEBUTUHAN MULTI-AKTOR DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DALAM PENGEMBANGAN MODEL BISNIS PRODUCT-SERVICE SYSTEM (PSS) DI PERUSAHAAN KAROSERI.....	162
20. OPTIMASI JUMLAH TENAGA KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMPLEKS PADA INDUSTRI MANUFAKTUR .....	172
21. PERANCANGAN ALAT PENIRIS DI STASIUN PENGGORENGAN DAN TOPPING INDUSTRI INTIP DALAM RANGKA MITIGASI RESIKO KERJA .....	177
22. PENENTUAN WAKTU KERJA PROSES PEMBUATAN KERANGKA NICHE SIDE CHAIR (STUDI KASUS: PT. MAZUVO INDO) .....	188
23. ANALISIS KEBISINGAN LINGKUNGAN KERJA DI GEDUNG PMK III PT.INDUSTRI KERETA API MADIUN .....	199
24. PENJADWALAN PROSES PRODUKSI BATIK TULIS (STUDI KASUS: BATIK FARRAS YOGYAKARTA) .....	206
25. PENGUKURAN RANGE OF MOTION SENDI PANGGUL MANUSIA SAAT DIGUNAKAN UNTUK GERAKAN SALAT MENGGUNAKAN MODEL KERANGKA MANUSIA .....	214
26. SOLVING VEHICLE ROUTING PROBLEM VARIANT WITH CLASSICAL HEURISTICS AND METAHEURISTICS: A REVIEW .....	222
27. ANALISIS PEMILIHAN STRATEGI UNTUK MEMINIMUMKAN PENGGUNAAN TAS BELANJA PLASTIK DENGAN PENDEKATAN “SOFT SYSTEM METHODOLOGY” STUDI KASUS: KECAMATAN SEMARANG BARAT .....	234
28. USABILITY CHAT MESSENGER PADA SMARTPHONE (STUDI KASUS : LINE, KAKAO TALK, DAN WE CHAT) .....	244
29. ANALISIS RISIKO PADA UKM RUMAH BROWNIES MAYLISA DENGAN METODE HOUSE OF RISK .....	253
30. PENGENDALIAN PERSEDIAAN RAW MATERIAL METAL DENGAN METODE EOQ STUDI KASUS PT DIRGANTARA INDONESIA.....	262
31. PENGEMBANGAN WAKTU ESTIMASI PERAKITAN PADA STRUKTUR CENTER FUSELAGE N219 MENGGUNAKAN DESIGN FOR MANUAL ASSEMBLY .....	271

32. PERENCANAAN STRATEGIS SUMBER DAYA SISTEM INFORMASI DI UNIVERSITAS DIPONEGORO: RENCANA PENELITIAN .....	282
33. APLIKASI METODE PERAMALAN ARIMA UNTUK MERAMALKAN PERMINTAAN PRODUK BENANG DI SPINNING 4 PT. APAC INTI CORPORA, SEMARANG .....	289
34. ANALISA KETERKAITAN ANTARA TINGKAT KEPERCAYAAN, LOYALITAS, DAN KINERJA DARI KOPERASI PADA RANTAI PASOK SUSU DI JAWA TIMUR .....	296
35. ANALISIS PREVENTIVE MAINTENANCE POLICY DAN REPAIR MAINTENANCE POLICY PADA MESIN METER ARUS STUDI KASUS PT.ABC SEMARANG .....	306
36. PENGEMBANGAN STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) DENGAN STRATEGI LEAN PADA PROSES PENDATAAN PEGAWAI BARU DI PT. PLN DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN D.I YOGYAKARTA.....	312
37. ANALISIS KESIAPAN UMKM BATIK 16 SEMARANG DALAM MEMPEROLEH SNI DENGAN GAP ANALYSIS .....	322
38. PENGARUH DIMENSI E – SERVQUAL, SATISFACTION DAN TRUST TERHADAP LOYALITAS PENGGUNA LAYANAN E-COMMERCE INDONESIA (STUDI KASUS : PENGGUNA LAYANAN E-COMMERCE DI PULAU JAWA) .....	333
39. ANALISIS PERBAIKAN KONDISI LINGKUNGAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN ERGONOMIC CHECKLIST DI CV. CITA NASIONAL SEMARANG .....	342
40. IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA DAN RISIKO PADA BASE MAINTENANCE DI PT. GMF AEROASIA BANDARA SOEKARNO-HATTA, TANGERANG .....	353
41. ANALISIS KEANDALAN MANUSIA MENGGUNAKAN HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE (HEART) DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR .....	362
42. PERENCANAAN RAW MATERIAL PADA KOMPONEN WINGLET PESAWAT CN235 DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING .....	370
43. PENYUSUNAN PRIORITAS PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI PADA UNIVERSITAS DIPONEGORO: RENCANA PENELITIAN .....	380
44. ANALISIS BALANCE DELAY DENGAN PENDEKATAN METODE MOTION STUDY PADA LINI FINAL CHECK AND PACKING ATAS PRODUKSI BOX SPEAKER PAS 68 (B) ..	386
45. DESAIN VIRTUAL ALAT BANTU PELINDUNG DIRI SEDERHANA “SPIDER GLOVES” DENGAN PENDEKATAN BIOMIMIKRI .....	395
46. PERANCANGAN ALAT BANTU PEMINDAHAN MATERIAL PRODUK SUSU UNTUK MENGURANGI MUSKOLOSKELETAL DISORDER .....	405
47. ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KERTAS DUPLEX 120 GRAM DENGAN METODE MIN-MAX SYSTEM DI PT. JAYA AFLAHA, BATAM .....	412

48. PERBAIKAN PRODUK FANTA SODA WATER 295 ML DENGAN PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN NEW SEVEN TOOLS .....	419
49. USULAN PENETAPAN EOQ DAN ROP MATERIAL KRITIS DENGAN SIMULASI MONTE CARLO PADA WAREHOUSE PT. INDONESIA POWER UBP MRICA, BANJARNEGARA .....	426
50. PENILAIAN TINGKAT KONTRIBUSI TEKNOLOGI PADA UKM BATIK DI SEMARANG MENGGUNAKAN MODEL TEKNOMETRIK .....	433
51. ANALISIS BEBAN KERJA DAN PENENTUAN JUMLAH TENAGA KERJA OPTIMAL PADA LINI PERAKITAN MESIN CUCI SATU TABUNG TIPE PAW 8513M (STUDI KASUS: PT HARTONO ISTANA TEKNOLOGI) .....	440
52. REDESAIN STASIUN KERJA FILLING DENGAN MENGGUNAKAN TIMBANGAN FLEKSIFORCE UNTUK MEMPERBAIKI POSTUR KERJA OPERATOR .....	451
53. CREW MAN POWER PLANNING (CMPP) PADA COCKPIT CREW SETIAP JENIS PESAWAT (FLEET) PERIODE TAHUN 2018-2022 (Studi Kasus : PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.) .....	461
54. PENERAPAN KESELAMATAN KERJA DENGAN USULAN PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG MATERIAL FLAMMABLE .....	474
55. PEMURNIAAN ETANOL DENGAN MEMANFAATAKAN ABU SEKAM PADI DALAM SINTESIS ZEOLIT HIDROFOBİK SEBAGAI ALTERNATIF PENGANTI BBM .....	485
56. PROPORSI MASSA SEGMENT TUBUH TERHADAP BERAT TUBUH USIA 20 – 30 TAHUN ETNIK JAWA INDONESIA .....	493
57. ANALISIS BEBAN KERJA DAN PENENTUAN JUMLAH KARYAWAN DI DEPARTEMEN PPIC PT. PHAPROS MENGGUNAKAN METODE FULL TIME EQUIVALENT .....	499
58. MINIMASI BIAYA PERSEDIAAN MENGGUNAKAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY DI PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK .....	507
59. INTEGRASI SERVQUAL DAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PELAYANAN .....	515
60. PERANCANGAN MEJA PRODUKSI AYAM POTONG MENGGUNAKAN MODEL KANO DAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI AYAM POTONG .....	525
61. ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN METODE QEC DAN RULA PADA UKM YESSY SHOES .....	536

## MODEL PENGENDALIAN PERSEDIAAN PROBABILISTIK MULTI ITEM SINGLE SUPPLIER DENGAN BONUS PEMBELIAN

Roland Y H Silitonga<sup>1</sup>, Cynthia Kezia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa

Jl. Dipati Ukur 80-84. Bandung 40132

Telp. (022) 2506636

<sup>1</sup>E-mail: roland@ithb.ac.id

### ABSTRAK

Model persediaan probabilistik digunakan untuk menjawab masalah persediaan dimana jumlah permintaan selama suatu periodenya tidak diketahui dengan pasti, namun nilai ekspektasi, variansi dan pola distribusi kemungkinannya dapat diprediksi. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di perusahaan jasa hiburan musik, jumlah produk yang tidak dapat terpenuhi nilainya menjadi keuntungan yang hilang (*lost sales*). Permasalahan tersebut kemudian diselesaikan dengan model probabilistik *Q lost sales* dimana produk-produknya diasumsikan sebagai *single item*. Pada kasus ini terdapat kesamaan pemasok (*supplier*) sehingga dapat diselesaikan dengan model *multi item single supplier* dimana perusahaan melakukan pemesanan gabungan untuk menekan total biaya persediaan secara keseluruhan. Selain itu, perusahaan dapat memanfaatkan bonus ketika membeli dalam kuantitas tertentu sehingga mengurangi total biaya pembelian. Pemodelan *multi item* dan bonus pembelian dilakukan untuk menyelesaikan persoalan tersebut. Dibandingkan penelitian sebelumnya, terlihat bahwa penggunaan *multi item* dan bonus pembelian dapat menurunkan total biaya persediaan. Hal itu disebabkan karena dengan model usulan ini, biaya pesan, biaya beli dan biaya simpan mengalami penurunan. Meskipun biaya kekurangannya mengalami peningkatan tetapi besarnya penurunan dari tiga komponen biaya yang lain dapat menutupi besarnya kenaikan biaya kekurangan.

**Kata Kunci:** bonus pembelian; model persediaan probabilistik; *multi item*

### 1 PENDAHULUAN

Pengadaan persediaan merupakan hal yang penting untuk menunjang kegiatan usaha, sehingga keberadaannya harus dikelola. Persediaan yang terlalu banyak akan menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang besar untuk membeli dan menyimpan barang tersebut, sedangkan persediaan yang terlalu sedikit akan mengurangi pendapatan perusahaan serta menyebabkan tingkat kepuasan (*service level*) dan kepercayaan konsumen menurun sehingga mereka berpindah ke perusahaan lain. Dengan demikian, keberadaan persediaan perlu diatur sedemikian rupa sehingga kelancaran pemenuhan kebutuhan konsumen terjamin, tetapi biaya yang ditimbulkannya diusahakan seminimum mungkin.

Tujuan dari setiap model persediaan adalah mengambil keputusan mengenai berapa banyak produk yang harus dipesan dan kapan sebaiknya pesanan dilakukan (Sofyan, 2013). Dalam hal ini perusahaan harus memperhatikan skenario pemesanan barang dan jumlah permintaan untuk meminimasi biaya-biaya persediaan seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya pembelian yang harus dikeluarkan. Dalam rangka mendapatkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan yang seminimum mungkin, barang-barang dari satu pemasok (*supplier*) dapat dipesan secara bersamaan, sedangkan untuk meminimasi biaya pembelian, faktor diskon atau bonus pembelian juga harus diperhatikan dengan baik. Diskon adalah pengurangan harga dari daftar harga resmi, sedangkan bonus pembelian merupakan tambahan (biasanya berupa barang serupa) yang diperoleh konsumen setiap membeli dalam jumlah tertentu.

Dari sudut pandang pemasok, diskon atau bonus dimaksudkan untuk mendorong pembeli agar meningkatkan jumlah pembeliannya, sedangkan dari sudut pandang konsumen, adanya potongan harga yang ditawarkan pemasok, membuat adanya pengurangan biaya pembelian. Penentuan kebijakan pemesanan barang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, *individual order* dimana perusahaan melakukan pemesanan untuk masing-masing jenis barang secara terpisah dan tidak saling mempengaruhi antara barang yang satu dengan barang lainnya, sedangkan *joint order (multi item)* dimana pemesanan barang dilakukan secara bersama-sama untuk keseluruhan jenis barang.

Permasalahan pengendalian persediaan dengan mempertimbangkan faktor *multi item* deterministik maupun diskon telah banyak diteliti, salah satunya oleh Djunaedi (2005). Mengingat bahwa sebuah permintaan belum tentu diketahui dengan pasti dan perusahaan pada umumnya memesan barang lebih dari satu jenis (*multi item*), maka Djauhari (2009) melakukan penelitian mengenai pengendalian

persediaan probabilistik *multi item*. Dalam pemesanan beberapa barang biasanya diberlakukan diskon sehingga Cania (2012) melakukan penelitian persediaan probabilistik dengan *incremental discount*. Namun dari model-model persediaan yang telah dikembangkan di atas, tidak banyak yang mempertimbangkan kasus *multi item* dengan bonus pembelian secara bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan model *multi item* dengan bonus pembelian pada suatu perusahaan jasa hiburan musik, yang telah diselesaikan menggunakan model *Q lost sales single item* (Silitonga dkk, 2015).

## 2 MODEL PERSEDIAAN PROBABILISTIK MULTI ITEM DENGAN BONUS PEMBELIAN

Model persediaan probabilistik dipandang sebagai model deterministik statis dengan menambahkan cadangan pengaman (Bahagia, 2006). Persoalan utama dalam model persediaan probabilistik, selain menentukan besarnya *operating stock* adalah menentukan besarnya cadangan pengaman (*safety stock*). Dalam kaitannya dengan metode dasar pengendalian persediaan yang bersifat probabilistik, dikenal ada model Q dan model P. Dibandingkan model P, model Q lebih akurat karena penentuan *operating stock* dan *safety stock* dilakukan dengan optimasi secara simultan antara biaya dan tingkat pelayanan. Kemudian, model Q juga dapat dikatakan lebih responsif karena bila terjadi kekurangan barang pada model ini, dapat segera dilakukan pemesanan untuk menghindari terjadinya *stock out*. Selain itu, model Q juga membutuhkan cadangan pengaman yang lebih kecil dibandingkan jumlah cadangan pengaman pada model P, sehingga biaya yang dihasilkannya pun kecil dan akurat (Bahagia, 2006). Meskipun penerapannya lebih sulit karena membutuhkan data status inventori yang akurat secara kontinu, tetapi hal ini tidak menjadi masalah jika pada perusahaan sudah tersedia sistem informasi yang baik untuk melakukannya.

Pada dasarnya, model Q menggunakan aturan jumlah ukuran lot pemesanan yang selalu tetap untuk setiap pemesanan yang dilakukan. Perhitungan pada model Q dimulai dengan mencari ukuran lot setiap kali pemesanan ( $q_0^*$ ), sehingga kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan ( $\infty$ ) dapat diketahui. Solusi optimal dipecahkan dengan metode Hadley-Within (Bahagia, 2006), yang mencari ukuran lot setiap kali pemesanan ( $q_0^*$ ) dan jumlah produk saat *reorder point* ( $r^*$ ) secara iteratif. Nilai *service level* akan diketahui bersamaan dengan ekspektasi total biaya per periodenya.

Berikut merupakan notasi-notasi yang akan digunakan:

- $D_i$  : ekspektasi permintaan item  $i$  (unit/tahun)
- $A$  : biaya pesan gabungan (Rp/pesan)
- $T$  : waktu pemesanan optimal (tahun)
- $Q$  : jumlah pemesanan optimal (unit)
- $p_i$  : biaya beli item  $i$  (Rp/unit)
- $h_i$  : biaya simpan item  $i$  (Rp/unit)
- $N_i$  : ekspektasi kekurangan persediaan item  $i$
- $C_{u_i}$  : biaya kekurangan persediaan item  $i$  (Rp/unit)
- $ss_i$  : *safety stock* item  $i$  (unit)
- $n$  : besar kapasitas 1 karton (unit)

Formulasi ongkos total jika kekurangan persediaan diperlakukan dengan cara *lost sales* adalah:

$$O_T = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \left( \frac{1}{2} q_0 + r - D_L \right) + \left( \frac{c_u D}{q_0} + h \right) \int_r^\infty (x - r) f(x) dx \quad (1)$$

Kemudian syarat agar  $O_T$  minimal adalah:

$$q_0^* = \sqrt{\frac{2D[A + c_u \int_r^\infty (x - r) f(x) dx]}{h}} \quad (2)$$

Pada model persediaan *multi item*, terdapat suatu ketergantungan antara satu item barang dengan item barang yang lain. Kesamaan sumber (*supplier*) untuk mendapatkan barang merupakan salah satu bentuk ketergantungan, sehingga pada saat melakukan pembelian barang ke pemasok (*supplier*) dapat dilakukan pemesanan untuk sekumpulan barang secara bersamaan. Pada model ini akan dihitung waktu pemesanan optimal ( $T$ ) dan jumlah lot pemesanan ( $Q$ ).

Dari asumsi model Wilson dalam Bahagia (2006) dinyatakan bahwa:

$$T = \frac{Q}{D_i} \quad (3)$$

$$T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n c_{u_i} N_i)}{\sum_{i=1}^n h_i D_i}} \quad (4)$$



Besar pemesanan optimal adalah:

$$Q = TD_i \quad (5)$$

Sedangkan perhitungan total biaya persediaan yang terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya kekurangan dan biaya penyimpanan dengan menggunakan *multi item* diperoleh dengan persamaan berikut:

$$O_b = D_i p_i \quad (6)$$

$$O_p = \frac{A}{T} \quad (7)$$

$$O_s = h_i \left( \frac{D_i T}{2} + ss_i + N_i \right) \quad (8)$$

$$O_k = \frac{c_{ui}}{T} N_i \quad (9)$$

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (10)$$

Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini tidak menggunakan faktor diskon meskipun konsep antara potongan harga atau diskon dan bonus pembelian sebenarnya tidak berbeda jauh. Namun, perbedaan pengaplikasiannya membuat diskon tidak dapat digunakan pada penelitian ini sehingga kemudian dirancang model matematis bonus pembelian yang sesuai dengan kasus pada perusahaan ini. Perhitungan jumlah beli untuk bonus pembelian pada perusahaan ini hanya berlaku untuk produk MV, CR dan MCB, dengan ketentuan setiap pembelian 10 karton akan mendapatkan bonus 1 karton. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka untuk mendapatkan jumlah kebutuhan yang harus dibeli (dalam karton dan unit) adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah beli (karton)} = \frac{D_i}{n} - \frac{D_i}{10n} + \frac{D_i}{100n} \quad (11)$$

$$\text{Jumlah beli (unit)} = \text{Jumlah beli (karton)} \times n \quad (12)$$

### 3 PENERAPAN MODEL

Penerapan model dilakukan dengan menggunakan data dari penelitian sebelumnya (Silitonga dkk, 2015), dimana data hasil perhitungan produk kategori A tahun 2015 (Tabel 1), data komponen biaya persediaan produk kategori A (Tabel 2), besar kapasitas 1 karton masing-masing produk (Tabel 3) serta biaya kekurangan dan biaya simpan total masing-masing item (Tabel 4) akan digunakan dalam perhitungan, sedangkan data komponen biaya dan total biaya persediaan *Q lost sales single item* akan digunakan sebagai pembanding dengan total biaya persediaan dari penelitian ini (Tabel 5).

**Tabel 1. Data produk kategori A tahun 2015**

Nama Barang	Ekspektasi Pemakaian (unit)	Ekspektasi Kekurangan	Safety Stock
MV	1.585	0,03318	42
CR	1.500	0,02490	31
SMR	11.239	0,91200	182
JCT	457	0,02406	12
MCB	47	0,01442	2

**Tabel 2. Data komponen biaya persediaan produk kategori A**

Nama Barang	Biaya Beli/unit	Biaya Pesan Gabungan	Biaya Simpan/unit	Biaya Kekurangan/unit
MV	678.333	113.888,38	34.969,5	1.921.667
CR	412.500		21.615,97	1.387.500
SMR	11.239		1.469,5	28.500
JCT	268.333		14.276,02	1.031.667
MCB	1.833.333		92.766,46	1.966.667

**Tabel 3. Besar kapasitas 1 karton masing-masing produk**

Nama Barang	Besar Kapasitas 1 Karton (unit)
MV	12
CR	12
MCB	12

**Tabel 4. Biaya kekurangan dan biaya simpan total masing-masing item**

<b>Nama Barang</b>	<b>Biaya Kekurangan Total</b>	<b>Biaya Simpan Total</b>
MV	63.754,39661	55.461.627
CR	34.550,04038	32.423.955
SMR	25.992	16.515.710,5
JCT	24.821,90802	6.524.141,14
MCB	28.359,33814	4.360.023,62

**Tabel 5. Biaya kekurangan dan biaya simpan total masing-masing item**

<b>Nama Barang</b>	<b>Komponen Biaya</b>	<b>Jumlah</b>
<b>MV</b>	Biaya Beli	1.075.836.138
	Biaya Pesan	1.422.941
	Biaya Simpan	3.680.881
	Biaya Kekurangan	796.558
	<b>Total Biaya</b>	<b>1.081.736.519</b>
<b>CR</b>	Biaya Beli	618.750.000
	Biaya Pesan	1.190.212
	Biaya Simpan	2.229.288
	Biaya Kekurangan	361.072
	<b>Total Biaya</b>	<b>622.530.571</b>
<b>SMR</b>	Biaya Beli	185.443.500
	Biaya Pesan	875.054
	Biaya Simpan	1.344.138
	Biaya Kekurangan	199.708
	<b>Total Biaya</b>	<b>187.862.400</b>
<b>JCT</b>	Biaya Beli	122.628.181
	Biaya Pesan	552.306
	Biaya Simpan	842.884
	Biaya Kekurangan	120.350
	<b>Total Biaya</b>	<b>124.143.721</b>
<b>MCB</b>	Biaya Beli	86.166.651
	Biaya Pesan	446.376
	Biaya Simpan	711.151
	Biaya Kekurangan	109.832
	<b>Total Biaya</b>	<b>87.434.011</b>

Berdasarkan data-data tersebut, dilakukan perhitungan waktu pemesanan (persamaan 4) yang melibatkan biaya pesan gabungan, biaya simpan dan biaya kekurangan masing-masing produk yang telah dihitung dari penelitian sebelumnya. Selanjutnya, data waktu pemesanan optimal yang telah dihitung akan diolah untuk menghasilkan jumlah pemesanan optimal ( $Q$ ) untuk masing-masing item (persamaan 5). Perhitungan biaya beli (persamaan 6), biaya simpan (persamaan 8), biaya kekurangan (persamaan 9) akan menghasilkan total biaya persediaan ( $O_T$ ) untuk produk MV, CR, SMR, JCT dan MCB. Dalam hal ini perhitungan biaya pesan (persamaan 7) hanya dilakukan sekali untuk kelima produk.

Pada tahap akhir, dilakukan perhitungan jumlah yang harus dibeli (persamaan 11 dan 12) setelah mempertimbangkan bonus dari pemasok (*supplier*) pada sebagian produk dari kategori A. Jumlah beli tersebut akan digunakan untuk menghitung biaya beli yang baru (persamaan 6). Kemudian, total biaya persediaan (persamaan 10) akan dihitung kembali dengan memasukkan komponen biaya beli yang nilainya telah berubah dari perhitungan sebelumnya. Sesuai dengan ketentuan bahwa produk yang mendapatkan bonus pembelian adalah produk MV, CR dan MCB, maka perhitungan tahap kedua ini hanya melibatkan produk-produk tersebut.

#### 4 HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan langkah-langkah pada penerapan model berikut ini diuraikan hasil dan pembahasan penelitian ini.

##### 4.1 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

#### 4.1.1 Perhitungan waktu pemesanan optimal ( $T$ )

Dengan menggunakan data biaya pesan gabungan (Tabel 2), biaya kekurangan total (Tabel 4) dan biaya simpan total (Tabel 4), dapat dilakukan perhitungan waktu pemesanan optimal sebagai berikut:

$$= \sqrt{\frac{2(113.888,38 + (63.754,39661 + 34.550,04038 + 25.992 + 24.821,90802 + 28.359,33814))}{d(55.461,627 + 32.423,955 + 16.515,710,5 + 6.524,141,14 + 4.360,023,62)}}$$

$$= 0,071096 \text{ tahun}$$

#### 4.1.2 Perhitungan total biaya persediaan probabilistik *multi item*

Biaya persediaan probabilistik *multi item* dilakukan dengan menghitung jumlah pemesanan optimal, biaya beli, biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan serta total biaya persediaan (persamaan 10). Dengan menggunakan hasil perhitungan waktu pemesanan dan data ekspektasi permintaan (Tabel 1) dapat dilakukan perhitungan jumlah pemesanan optimal seperti yang disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Perhitungan jumlah pemesanan optimal ( $Q$ )**

Nama Barang	Waktu Pemesanan Optimal ( $T$ )	Ekspektasi Permintaan ( $D_i$ )	Jumlah Pemesanan Optimal ( $Q$ )
MV	0,071096	1.586	113
CR		1.500	107
SMR		11.239	800
JCT		457	33
MCB		47	4

Dengan menggunakan data ekspektasi permintaan (Tabel 1) dan biaya beli item  $i$  (Tabel 2), dapat dilakukan perhitungan biaya beli seperti yang disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Perhitungan biaya beli ( $O_b$ )**

Nama Barang	Ekspektasi Permintaan ( $D_i$ )	Biaya Beli Item $i$ ( $p_i$ )	Biaya Beli ( $O_b$ )
MV	1.586	678.333	1.075.836.138
CR	1.500	412.500	618.750.000
SMR	11.239	16.500	185.443.500
JCT	457	268.333	122.628.181
MCB	47	1.833.333	86.166.651

Dengan menggunakan data biaya pesan gabungan (Tabel 2) dan waktu pemesanan optimal (poin a), dapat dilakukan perhitungan biaya pesan seperti yang disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8. Perhitungan biaya pesan ( $O_p$ )**

Biaya Pesan Gabungan ( $A$ )	Waktu Pemesanan Optimal ( $T$ )	Biaya Pesan ( $O_p$ )
113.888,38	0,071096	1.601.888

Dengan menggunakan data biaya simpan item  $i$  (Tabel 2), ekspektasi permintaan (Tabel 1), waktu pemesanan optimal (poin a), *safety stock* (Tabel 1) dan ekspektasi kekurangan (Tabel 1), dapat dilakukan perhitungan biaya simpan seperti yang disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9. Perhitungan biaya simpan ( $O_s$ )**

Nama Barang	Biaya Simpan Item $i$ ( $h_i$ )	Ekspektasi Permintaan ( $D_i$ )	Waktu Pemesanan Optimal ( $T$ )	<i>Safety Stock</i> ( $ss_i$ )	Ekspektasi Kekurangan ( $N_i$ )	Biaya Simpan ( $O_s$ )
MV	34.969,5	1.586	0,071096	42	0,03318	3.432.941
CR	21.615,97	1.500		31	0,0249	1.830.611
SMR	1.469,5	11.239		182	0,912	856.477

JCT	14.276,02	457		12	0,02406	403.576
MCB	92.766,46	47		2	0,01442	341.861

Dengan menggunakan data biaya kekurangan (Tabel 2) dan ekspektasi kekurangan (Tabel 1), dapat dilakukan perhitungan biaya kekurangan seperti yang disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10. Perhitungan biaya kekurangan ( $O_k$ )**

Nama Barang	Biaya Kekurangan ( $C_{u_i}$ )	Waktu Pemesanan Optimal ( $T$ )	Ekspektasi Kekurangan ( $N_i$ )	Biaya Kekurangan ( $O_k$ )
MV	1.921.667	0,071096	0,03318	896.733
CR	1.387.500		0,0249	485.961
SMR	28.500		0,912	365.588
JCT	1.031.667		0,02406	349.131
MCB	1.966.667		0,01442	398.886

Dengan menggunakan data biaya beli, biaya pesan, biaya simpan, dan biaya kekurangan, dapat dilakukan perhitungan total biaya persediaan seperti yang disajikan pada Tabel 11.

**Tabel 11. Perhitungan total biaya persediaan ( $O_T$ )**

Nama Barang	Biaya Beli ( $O_b$ )	Biaya Pesan ( $O_p$ )	Biaya Simpan ( $O_s$ )	Biaya Kekurangan ( $O_k$ )	Total Biaya Persediaan ( $O_T$ )
MV	1.075.836.138	1.601.888	3.432.941	896.733	1.081.767.700
CR	618.750.000		1.830.611	485.961	621.066.572
SMR	185.443.500		856.477	365.588	186.665.565
JCT	122.628.181		403.576	349.131	123.380.888
MCB	86.166.651		341.861	398.886	86.907.398
Grand Total Biaya Persediaan					2.099.788.123

#### 4.1.3 Perhitungan total biaya persediaan probabilistik *multi item* dengan bonus pembelian

Biaya persediaan probabilistik *multi item* dengan bonus pembelian dilakukan dengan menghitung jumlah beli dalam karton dan unit (persamaan 11 dan 12), biaya beli baru (persamaan 6) serta total biaya persediaan baru (persamaan 10). Dengan menggunakan data ekspektasi permintaan (Tabel 1) dan besar kapasitas 1 karton (Tabel 3), dapat dilakukan perhitungan jumlah beli (karton dan unit) seperti yang disajikan pada Tabel 12.

**Tabel 12. Perhitungan jumlah beli**

Nama Barang	Ekspektasi Permintaan ( $D_i$ )	Besar Kapasitas Satu Karton	Jumlah Beli (karton)	Jumlah Beli (unit)
MV	1.586	12	121	1.452
CR	1.500	12	114	1.368
MCB	47	12	4	48

Dengan menggunakan data ekspektasi permintaan (Tabel 1) dan biaya beli item  $i$  (Tabel 2), dapat dilakukan perhitungan biaya beli dengan bonus seperti yang disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13. Perhitungan biaya beli dengan bonus**

Nama Barang	Ekspektasi Permintaan ( $D_i$ )	Biaya Beli Item $i$ ( $p_i$ )	Biaya Beli ( $O_b$ )
MV	1.586	678.333	984.939.516
CR	1.500	412.500	564.300.000
MCB	47	1.833.333	87.999.984

Dengan menggunakan data biaya beli, biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan dapat dilakukan perhitungan total biaya persediaan dengan bonus seperti yang disajikan pada Tabel 14.

**Tabel 14. Perhitungan total biaya dengan bonus**

Nama Barang	Biaya Beli ( $O_b$ )	Biaya Pesan ( $O_p$ )	Biaya Simpan ( $O_s$ )	Biaya Kekurangan ( $O_k$ )	Total Biaya Persediaan ( $O_T$ )
MV	984.939.516	1.601.888	3.432.941	896.733	990.871.078
CR	564.300.000		1.830.611	485.961	566.616.572
MCB	87.999.984		341.861	398.886	88.740.731
<b>Grand Total Biaya Persediaan</b>					1.955.455.813

#### 4.2 Diskusi

Perhitungan komponen biaya persediaan dilakukan menggunakan model usulan *multi item* dengan bonus pembelian. Kemudian, hasilnya dibandingkan dengan hasil dari penelitian sebelumnya yang menggunakan model *Q lost sales single item*. Rekapitulasi hasil perhitungan komponen biaya persediaan pada penelitian ini serta perbandingan dengan model dari penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15. Perbandingan komponen biaya persediaan**

Komponen Biaya	Nama Barang	Model <i>Q Lost Sales Single Item</i>	Model <i>Multi Item</i> dengan Bonus Pembelian	Selisih
Biaya Beli	MV	1.075.836.138	984.939.516	90.896.622
	CR	618.750.000	564.300.000	54.450.000
	SMR	185.443.500	185.443.500	-
	JCT	122.628.181	122.628.181	-
	MCB	86.166.651	87.999.984	(1.833.333)
	Total	2.088.824.470	1.945.311.181	143.513.289
Biaya Pesan	MV	1.422.941	1.601.888	2.885.001
	CR	1.190.212		
	SMR	875.054		
	JCT	552.306		
	MCB	446.376		
	Total	4.486.889		
Biaya Simpan	MV	3.680.881	3.432.941	247.940
	CR	2.229.288	1.830.611	398.677
	SMR	1.344.138	856.477	487.661
	JCT	842.884	403.576	439.308
	MCB	711.151	341.861	369.290
	Total	8.808.343	6.865.466	1.942.877
Biaya Kekurangan	MV	796.558	896.733	(100.175)
	CR	361.072	485.961	(124.889)
	SMR	199.708	365.588	(165.880)
	JCT	120.350	349.131	(228.781)
	MCB	109.832	398.886	(289.054)
	Total	1.587.520	2.496.299	(908.779)

Dari Tabel 15 dapat dilihat bahwa biaya beli dengan menggunakan model *multi item* hanya lebih murah untuk dua produk, yaitu MV dan CR. Hal ini dikarenakan kedua produk itu mendapatkan bonus 1 karton apabila melakukan pembelian lebih dari 10 karton dan berlaku kelipatannya, sedangkan produk MCB lebih mahal karena masuk dalam kategori barang yang mendapatkan bonus tetapi jumlah pembeliannya kurang dari 10 karton, sehingga tidak mendapatkan bonus pembelian. Kemudian, biaya beli untuk produk lainnya yang juga ada dalam kategori A, yaitu SMR dan JCT besarnya sama dengan biaya beli pada model *Q lost sales single item* dikarenakan kedua produk ini tidak mendapatkan bonus pembelian. Nilai biaya beli MV turun Rp 90.896.622,00 dan untuk CR turun Rp 54.450.000,00, sedangkan biaya beli MCB naik Rp 1.833.333,00.

Dari sisi biaya pesan, model *multi item* memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan model *Q lost sales single item* karena penggabungan pemesanan barang yang dilakukan membuat biaya pesannya juga ikut digabung dan tidak terpisah untuk masing-masing produk seperti pada model *Q lost sales single item*.

Nilai biaya pesan seluruh produk pada model *multi item* adalah Rp 1.601.888,00, sedangkan pada model *Q lost sales single item* besarnya biaya pesan seluruh produk adalah Rp 4.486.889,00.

Dari sisi biaya simpan, model *Q lost sales single item* memang memiliki total biaya yang lebih besar dibandingkan total biaya pada model *multi item* untuk setiap produk. Hal ini terjadi karena jumlah barang yang dipesan pada model *multi item* yang menggunakan faktor *multi item* lebih kecil dibandingkan jumlah barang yang dipesan pada model *Q lost sales single item*. Dari sisi biaya kekurangan, untuk seluruh produk pada model *multi item* memang lebih mahal dibandingkan model *Q lost sales single item*, dikarenakan jumlah barang yang dipesan atau kuantitas pemesanannya lebih sedikit. Selain itu, peningkatan biaya pemesanan juga disebabkan karena waktu pemesanan lebih kecil, yaitu sekitar 25 hari sekali.

Total biaya persediaan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh komponen biaya pada masing-masing produk. Rekapitulasi hasil perhitungan total biaya persediaan pada penelitian ini serta perbandingan dengan hasil perhitungan dari penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 16.

**Tabel 16. Perbandingan total biaya persediaan**

Nama Barang	Model Q Lost Sales Single Item (A)	Model Multi Item dengan Bonus Pembelian (B)	Selisih A dan B
MV	1.081.736.519	990.871.078	90.865.441
CR	622.530.571	566.616.572	55.913.999
SMR	187.862.400	186.665.565	1.196.835
JCT	124.143.721	123.380.888	762.833
MCB	87.434.011	88.740.731	(1.306.720)
	2.103.707.221	1.956.274.834	147.432.387

Dari hasil perhitungan untuk total biaya persediaan kelima produk dalam kategori A dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan model *multi item*, total biaya persediaannya menurun 7% atau sebesar Rp 147.351.142,00. Penurunan terhadap total biaya persediaan dipengaruhi oleh berkurangnya biaya-biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk biaya beli, biaya pesan maupun biaya simpan.

Pada penelitian ini digunakan skenario pemesanan barang yang berbeda dibandingkan dengan model penelitian sebelumnya. Rekapitulasi skenario pemesanan barang dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17. Perbandingan skenario pemesanan barang**

	Model Q Lost Sales Single Item (A)	Model Multi Item dengan Bonus Pembelian (B)
Skenario Pemesanan Barang	MV sejumlah 127 unit	MV sejumlah 104 unit
	CR sejumlah 144 unit	CR sejumlah 98 unit
	SMR sejumlah 1463 unit	SMR sejumlah 800 unit
	JCT sejumlah 95 unit	JCT sejumlah 33 unit
	MCB sejumlah 95 unit	MCB sejumlah 4 unit
Biaya Pesan	4.486.889	1.601.888
Biaya Simpan	8.808.343	6.865.466

Skenario pemesanan barang yang dilakukan pada penelitian ini menggabungkan kelima barang secara langsung dalam kategori A. Hal itu disebabkan karena semakin banyak item yang dipesan secara bersamaan maka biaya pemesanan dan biaya simpan secara keseluruhan akan menurun. Penurunan disebabkan karena perhitungan biaya pesan dengan model *multi item* untuk setiap barang tidak lagi tergantung pada jumlah dari jenis barang atau banyaknya jenis barang yang dipesan seperti pada penelitian sebelumnya, melainkan hanya tergantung pada waktu pemesanan gabungan optimalnya. Kemudian, penurunan pada biaya simpan disebabkan oleh berkurangnya jumlah item yang dipesan per periode pemesanan sehingga menyebabkan jumlah penyimpanan barang di gudangnya juga turun. Dari hasil analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan skenario pemesanan barang yang ada pada model penelitian ini, biaya pemesanan dan biaya simpannya mengalami penurunan. Penurunan untuk biaya pesan yaitu sebesar Rp 2.885.001,00 (2,8 kali) dan biaya simpan dapat diturunkan sebesar Rp 1.942.877,00 (1,28 kali) dari penelitian sebelumnya yang menggunakan model *Q lost sales single item*.

Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa dengan model usulan total biaya persediaan menurun dibandingkan total biaya persediaan dari penelitian sebelumnya. Hal itu disebabkan oleh perbedaan mendasar pada kedua model yang terlihat dari skenario pemesanan barang yang dilakukan. Dimana pada model *Q lost sales single item*, pemesanan dilakukan secara terpisah untuk masing-masing item sesuai dengan titik pemesanan kembalinya, sedangkan pada model *multi item*, pemesanan dilakukan hanya

berdasarkan waktu pemesanan gabungan yang telah dihitung, yaitu setiap 26 hari sekali. Kemudian pada model *multi item*, biaya pesan tidak tergantung pada banyaknya jenis barang yang dipesan, sedangkan pada model *Q lost sales single item*, biaya pesannya dipengaruhi jumlah dari jenis barang yang dipesan. Selain itu, pada model *Q lost sales single item*, jumlah permintaan belum mempertimbangkan bonus pembelian yang diberikan oleh pihak pemasok kepada perusahaan seperti yang diterapkan pada model *multi item*.

## 5 KESIMPULAN DAN ARAH PENELITIAN LANJUTAN

Berdasarkan tujuan dan hasil dari penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- Perhitungan dengan model *multi item* menghasilkan penurunan pada tiga komponen biaya persediaan, yaitu biaya beli, biaya pesan serta biaya simpan dan kenaikan pada biaya kekurangan, jika dibandingkan dengan komponen biaya persediaan pada model *Q lost sales single item*.
- Total biaya persediaan dengan menggunakan model usulan lebih kecil dibandingkan dengan model *Q lost sales single item* pada penelitian sebelumnya. Dimana dengan menggunakan model probabilistik *multi item* yang menggunakan bonus pembelian, total biaya persediaan dapat diturunkan sekitar 7% atau sebesar Rp 147.351.142,00.

Arah penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah:

- Penelitian selanjutnya dapat dilakukan terhadap data-data yang juga ada di Kategori B dan C dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan model usulan yang telah dirancang pada penelitian ini.
- Penelitian selanjutnya dapat menggunakan beberapa (*multi*) *supplier*.
- Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengembangan dengan menambahkan faktor kapasitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahagia, S. N. (2006). Sistem Inventori, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Cania, C. D. (2012). Model sistem persediaan probabilistik multi item pada pendistribusian multi eselon dengan incremental discount. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional.
- Djauhary, S. (2009). Rancangan sistem pengendalian bahan baku multi item single supplier di PT Pertamina (Persero) unit pengolahan VI Balongan. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional.
- Djunaidi, M., Nandiroh, S., & Marzuki, I. O. (2005). "Pengaruh perencanaan pembelian bahan baku dengan model EOQ untuk multi item dengan all unit discount," Jurnal Ilmiah Teknik Industri. vol. 4, no. 2, pp. 86-94.
- Sofyan, Diana Khairani. (2013), Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Edisi Pertama, Cetakan Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Silitonga, R. Y. H., Sarim, S., & Yuli, F. (2015). Analisis kebijakan manajemen persediaan probabilistik dengan model Q dan P lost sales. Jurnal Telematika, vol. 10 no. 1. 27-34. Diperoleh dari <http://www.journal.ithb.ac.id/telematika/article/view/125/132>



## MINIMASI PEMBOROSAN PADA UNIT PELAYANAN KESEHATAN MENGUNAKAN PENDEKATAN LEAN HEALTHCARE

Rakhmat Himawan<sup>1</sup>, Endra Yuafanedi Arifianto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT Haryono 167, Malang, 65145

Telp. 081216433003

E-mail: himawan@ub.ac.id

### ABSTRAK

Poliklinik Universitas Brawijaya merupakan instansi unit pelayanan yang ditujukan kepada masyarakat umum yang bergerak dibidang kesehatan. Salah satu pelayanannya yaitu Poli Umum. Pada penelitian ini dilakukan penggambaran big picture mapping untuk mengidentifikasi aktivitas yang tergolong non value added dari pasien datang hingga pasien pulang. Penggolongan dari aktivitas-aktivitas tersebut menyesuaikan dengan tipe aktivitas. Aktivitas yang tergolong non value added akan dikategorikan ke dalam 8 waste. Aktivitas tersebut tergolong pada kategori waste: waiting, transportation, dan motion. Waste yang teridentifikasi pada big picture mapping kemudian digabungkan dengan waste yang teridentifikasi di awal penelitian. Penentuan waste prioritas dan signifikan dilakukan dengan menggunakan kuesioner dan diagram Pareto. Didapatkan waste not talented sebagai waste prioritas dan signifikan. Akar penyebab masalah dari waste not talented diidentifikasi dengan Ishikawa diagram dan dengan melihat nilai RPN pada FMEA. Potential causes pada tiap aktivitas waste yang memiliki nilai RPN tinggi diberikan rekomendasi untuk diperbaiki.

**Kata Kunci:** Big picture mapping; Diagram Pareto; Failure mode and effect analysis; Ishikawa Diagram; Lean healthcare,

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan pada pelayanan kesehatan menuntut suatu instansi kesehatan untuk memiliki daya saing dengan cara meningkatkan kualitas pelayanannya. Pelayanan kesehatan merupakan kebutuhan yang tidak bisa ditinggalkan, hal tersebut harusnya diiringi dengan kualitas dari pelayanan kesehatan dengan memberikan pelayanan terbaiknya dengan cara meningkatkan kualitasnya dalam bentuk biaya, waktu, dan pelayanan serta keahlian. Hal tersebut dilakukan agar konsumen (dalam hal ini, pasien) percaya dengan pelayanan yang diberikan dan untuk mewujudkan hal tersebut, maka instansi pelayanan kesehatan harus meyakinkan konsumen bahwa pelayanan yang diberikan adalah pelayanan yang berkualitas dengan waktu pelayanan yang cepat, biaya pelayanan yang cepat dan hasil pelayanan yang baik. Ada banyak faktor yang memengaruhi hal tersebut, salah satunya adalah terdapatnya waste atau pemborosan pada alur pelayanan kesehatan.

Terdapat 8 tipe waste antara lain over production, waiting unnecessary motion, transportation, defect, unnecessary inventory, not using talent, excess processing (Grabian, 2013). Waste tersebut akan lebih mudah diidentifikasi dan direduksi dengan menggunakan pendekatan lean healthcare. Lean merupakan upaya untuk menghilangkan segala bentuk waste (aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah) (Gaspersz, 2007). Lean membantu untuk mengidentifikasi pemborosan (waste) selama berjalannya sistem pelayanan kesehatan tersebut. Fokus dari lean yaitu berkelanjutan dalam melakukan minimasi pada waste dengan cara mengubah waste itu sendiri menjadi value dari sudut pandang pelanggan. Keuntungan dari penerapan lean yaitu pada segi kualitas, efisiensi, dan penghematan biaya (Richard 2012).

Lean service merupakan suatu pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan waste atau non value added activities melalui peningkatan terus menerus (continuous improvement) dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan sistem tarik (pull system) dari konsumen internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Toussaint, 2016).

Poliklinik merupakan unit pelayanan yang ditujukan pada masyarakat umum yang bergerak pada bidang kesehatan. Salah satu poliklinik yang berada di Kota Malang yaitu Poliklinik Universitas Brawijaya yang merupakan pusat pelayanan kesehatan untuk masyarakat umum, kalangan civitas Universitas Brawijaya, dan asuransi. Terdapat beberapa pelayanan yang diberikan yaitu poli umum, poli gigi, poli KIA (Kesehatan Ibu dan Anak), poli kecantikan, poli mata, poli jantung, poli gizi, laboratorium, radiologi, dan lain-lain.

Dalam proses pelayanan kesehatan kepada konsumen, sering terjadi pemborosan atau waste. Penelitian ini hanya berfokus pada Poli Umum sebagai obyek utama dalam penelitian, karena frekuensi kebutuhan Poli Umum yang tinggi. Dilakukannya penelitian ini, dari awal berdirinya poliklinik ini yaitu pada tahun 2005, pihak poliklinik belum pernah melakukan penelitian untuk mengurangi permasalahan ini.

Pada awal penelitian dilakukan identifikasi waste dengan menggunakan wawancara dengan staf pelayanan di poliklinik. Ditemukan 4 waste yang terjadi selama proses pelayanan berlangsung dari total keseluruhan 8 tipe waste. Beberapa waste yang teridentifikasi pada awal penelitian ini adalah:

1. Dalam proses pelayanan pada apotek, terjadi penggantian resep obat oleh dokter dikarenakan ketiadaan atau persediaan obat di apotik sehingga apoteker harus kembali ke dokter bersangkutan untuk mengganti resep obat menyesuaikan dengan persediaan obat yang tersedia dengan frekuensi kejadian 2-3 kali dalam 1 bulan. Waste pada permasalahan ini dapat dikategorikan pada defect.
2. Dalam proses pelayanan dokter, waktu tunggu antrian untuk pelayanan penanganan dokter yang tinggi, lama proses menunggu termasuk dalam hal yang memengaruhi tingkat kepuasan konsumen dari pelayanan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 yang merupakan waktu tunggu pada praktek dokter Poli Umum yang dilakukan pada hari senin dan selasa, tertanggal 17-18 Oktober 2016.

**Tabel 1. Waiting Pasien Poli Umum**

Pasien	waktu tunggu (menit)	
	Senin (17 Oktober 2016)	Selasa (18 Oktober 2016)
1	28,76	12,47
2	32,67	10,23
3	31,09	15,88
4	25,43	20,35
5	29,71	18,67

3. Terdapat transportasi staf pelayanan untuk mengirimkan berkas rekam medis dari ruang rekam medis ke ruang dokter dan kembali lagi ke ruang rekam medis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2 yang merupakan tabel hasil pengamatan transportasi staf pelayanan yang dilakukan pada hari selasa tanggal 18 Oktober 2016.

**Tabel 2. Pengamatan Transportasi Staf Pelayanan**

Pukul	Transportasi
14.09-14.32 (23 Menit)	Staf Informasi mengecek komputer dan mengambil berkas rekam medis sebanyak dua kali
14.33-14.37 (4 Menit)	Staf pelayanan mengantarkan berkas ke ruangan dokter sebanyak dua kali
14.38-14.48 (10 Menit)	staf pelayanan menerima berkas rekam medis dari pasien sebanyak 4 kali
14.49-15.00 (1 Menit)	Staf pelayanan mengantarkan kembali ke staf informasi, dan staf informasi mengembalikan ke ruang berkas rekam medis



**Gambar 1. Dokumen Rekam Medis Proses (kiri) dan Tersusun (kanan)**

4. Pada ruang berkas rekam medis yang dapat dikategorikan sebagai gudang penyimpanan, terdapat waste yang dapat memengaruhi pada meningkatnya waktu tunggu dari konsumen untuk penanganan dokter. Waste tersebut yaitu terdapatnya dokumen rekam medis yang belum dikategorikan, dokumen yang masih diproses, maupun dokumen yang telah digunakan tetapi belum dikembalikan ke tempatnya. Hal ini dapat memengaruhi pada kualitas pelayanan jika nantinya dokumen tersebut hilang atau terselip, staf informasi harus membuat ulang kembali dokumen rekam medis pasien,

selain itu dapat berpengaruh kepada waktu tunggu pasien untuk penanganan dokter, dikarenakan dokter harus menunggu staf informasi mencari dokumen yang hilang atau terselip ataupun belum tersusun tersebut. Untuk lebih jelasnya, pada Gambar 1 terdapat dokumen yang masih menumpuk untuk diproses, belum dikategorikan, maupun yang belum dikembalikan. Waste pada masalah ini dapat dikategorikan pada unnecessary inventory.

Waste tersebut harus diminimasi agar aliran dari proses pelayanan dapat berjalan dengan lancar. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimasi permasalahan tersebut adalah pendekatan lean service. Tools yang digunakan dalam penelitian ini adalah Big picture mapping, Failure mode and effect analysis (FMEA), dan Ishikawa diagram. Big picture mapping digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan value stream yang ada didalamnya sehingga peneliti dapat menemukan aliran informasi dan fisik dalam sistem dapat diketahui, selain itu juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi letak pemborosan atau waste serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material (Hines & Taylor, 2000). Ishikawa diagram diterapkan untuk menelusuri penyebab dan dampak dari sebuah permasalahan yang terjadi (Ishikawa, 1968). Analisa permasalahan menggunakan tools FMEA (Failure mode and effect analysis) yaitu dengan melihat Risk Priority Number (RPN) yang tinggi. Waste yang memiliki nilai RPN tinggi tersebut kemudian akan diidentifikasi dan diberikan prioritas kegagalan yang kemudian akan diberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi waste tersebut (Chrysler 1995).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang ciri utamanya adalah memberikan penjelasan objektif, komparasi, dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang (Sugiyono, 2009). Tujuan dari penelitian deskriptif adalah mencari penjelasan atas suatu fakta atau kejadian yang sedang terjadi, misalnya kondisi atau hubungan yang ada, pendapat yang sedang berkembang, akibat atau efek yang terjadi, atau kecenderungan yang sedang berlangsung.

Data primer dan sekunder dikumpulkan untuk menunjang pemecahan masalah yang ada. Data primer yaitu data yang diperoleh melalui pengamatan atau pengukuran secara langsung oleh peneliti dari Poliklinik Universitas Brawijaya Malang. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari observasi, wawancara, dan kuesioner. Data yang dikumpulkan yaitu data proses pelayanan poli umum, data hasil kuesioner, data alur pasien pelayanan poli umum. Sedangkan data sekunder yaitu data informasi yang telah tersedia atau telah disajikan oleh pihak lain maupun pihak instansi. Data sekunder berupa data jumlah pegawai dan data umum perusahaan seperti visi, misi, sejarah.

Setelah dilakukan pengamatan pada perusahaan dan pengambilan data-data yang diperlukan, maka data tersebut akan diolah melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Big picture mapping awal, digunakan untuk menggambarkan proses yang ada di dalam departemen. Dari big picture mapping akan dapat diidentifikasi aktivitas-aktivitas yang tergolong waste. Pada big picture mapping ini digambarkan proses sebelum diberikan rekomendasi perbaikan, untuk dilihat perbedaannya dengan big picture mapping setelah diberikan rekomendasi perbaikan.
2. Penentuan waste kritis dengan diagram pareto. Aktivitas yang tergolong waste dari hasil identifikasi dalam unit pelayanan kesehatan dilakukan analisa dengan tools diagram pareto berdasarkan frekuensi kemunculan dan dampak yang diakibatkan.
3. Ishikawa diagram digunakan untuk menelusuri penyebab dan dampak dari sebuah permasalahan yang terjadi.

Pengolahan data yang telah dilakukan dipergunakan sebagai dasar untuk proses analisa hingga pemberian rekomendasi alternatif perbaikan dari permasalahan yang terjadi. Adapun yang dilakukan dalam tahapan ini antara lain:

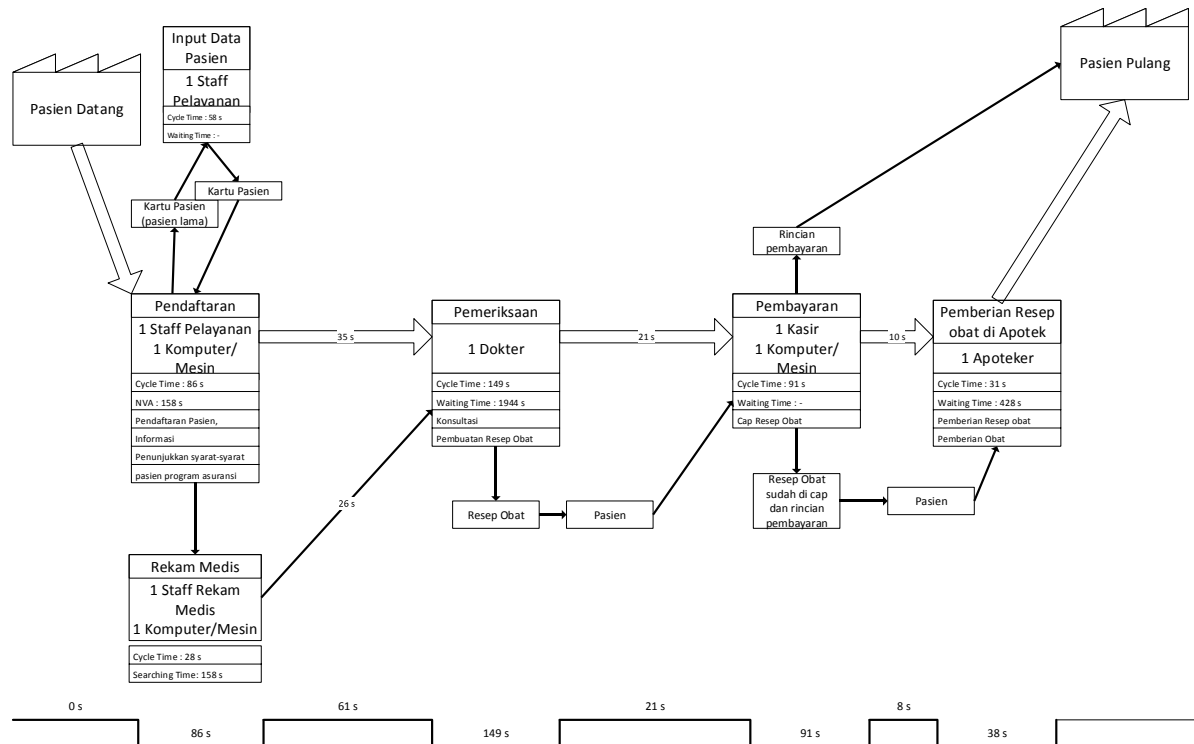
1. Failure mode and effect analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi dan memberikan prioritas kegagalan dan kemudian akan diberikan rekomendasi perbaikan.
2. Big picture mapping future state, digunakan untuk penggambaran proses setelah diberikan rekomendasi perbaikan untuk dilihat perbedaan aktivitas-aktivitas sebelum diberikan rekomendasi dan setelah diberikan rekomendasi.

Hasil akhir dari penelitian berupa rekomendasi perbaikan dan penerapannya di Poliklinik Universitas Brawijaya terutama pada waste kritis sehingga kualitas dari pelayanan kesehatan Poliklinik Universitas Brawijaya dapat meningkat, terutama pada segi efisiensi waktu. Dengan demikian pelayanan kesehatan Poliklinik Universitas Brawijaya tercapainya aktivitas-aktivitas yang efektif dan efisien dalam memberikan pelayanannya kepada konsumen.

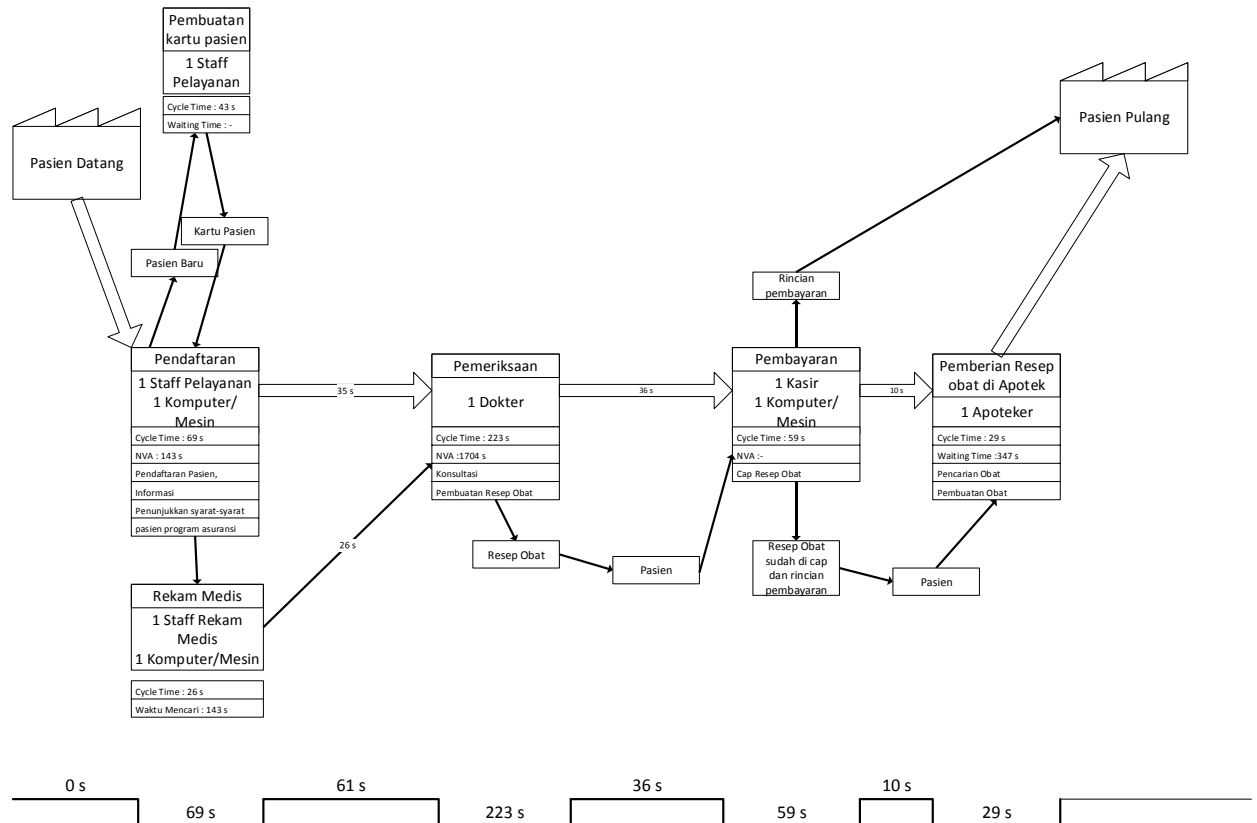
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a) Big Picture Mapping

Identifikasi proses pelayanan di Poliklinik Universitas Brawijaya digunakan big picture mapping sebagai alat untuk mengidentifikasi proses-proses sekaligus aktivitas-aktivitas yang terjadi selama pelayanan, dari kedatangan pasien sampai pasien pulang. Gambar 2 menunjukkan gambar big picture mapping dari pasien lama dan Gambar 3 menunjukkan gambar big picture mapping dari pasien baru.



Gambar 2. Big Picture Mapping Pasien Lama



Gambar 3. Big Picture Mapping Pasien Baru

Identifikasi aktivitas sepanjang *big picture mapping* bertujuan untuk mengetahui dan menghitung presentase aktivitas-aktivitas yang termasuk kategori *value added (VA)*, *necessary but non value added (NNVA)*, dan *non value added (NVA)*. Dasar pengklasifikasian aktivitas yakni didasarkan pada tipe aktivitas dalam organisasi dan hasil pengklasifikasian aktivitas dicocokkan dengan pihak Poliklinik Universitas Brawijaya Malang. Aktivitas-aktivitas pada pelayanan ini ditunjukkan pada tabel 2. Dapat dilihat pada tabel 2 bahwa rata-rata sub proses pelayanan mempunyai nilai NVA lebih dari 85%, maka dalam proses pelayanan masih sangat banyak terdapat *waste*. Oleh karena itu diperlukan identifikasi lebih lanjut untuk mengidentifikasi *waste* sepanjang proses pelayanan.

Tabel 3. Persentase Tiap Aktivitas

Sub Proses Pelayanan	Persentase		
	VA	NNVA	NVA
Pasien Lama	9%	3%	88%
Pasien Baru	11%	3%	86%

#### b) Identifikasi Waste

Adapun *waste* yang teridentifikasi pada proses pelayanan poli umum dan ditambahkan dengan *waste* yang teridentifikasi di tahap awal studi lapangan, sebagai berikut:

1. *Waiting*. Pada proses pelayanan poli umum terdapat beberapa aktivitas yang sudah diidentifikasi pada gambar 2 dan gambar 3, dikategorikan sebagai aktivitas *non value added* atau dapat dikatakan *waste* yaitu:
  - a. ketika pasien menunggu untuk proses selanjutnya di ruang tunggu pemeriksaan dokter selama 1944 detik pada pasien lama dan 1704 detik pada pasien baru.
  - b. Menunggu proses pendaftaran selama 444 detik pada pasien baru dan 390 detik pada pasien lama.
  - c. Menunggu obat selama 428 detik pada pasien lama dan 347 detik pada pasien baru.
2. *Unnecessary Transportation*. Pergerakan pasien dari bagian pendaftaran menuju bagian apotek melewati tempat duduk ruang tunggu, ketika keadaan penuh atau pada saat pelayanan di Poliklinik sedang ramai, pasien harus memutar melewati tempat duduk ruang tunggu dikarenakan ruang tunggu

- peny. Pergerakan tersebut merupakan pergerakan yang tidak diperlukan dan disarankan untuk dilakukan perbaikan.
3. *Waste of talent*. *Waste of talent* atau *underutilized abilities of people* merupakan waste yang disebabkan oleh sumber daya manusia (SDM) karena SDM tersebut tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan dan kemampuannya yang ada secara optimal (Byars & Rue 2006). Peneliti menemukan bahwa telah terjadi beberapa hal yang tergolong *waste* ini, yaitu:
    - a. Penumpukan dokumen rekam medis yang belum di susun kembali pada ruang berkas rekam medis.
    - b. Penumpukan obat yang baru datang dari supplier yang belum tersusun ke rak selama sehari-hari dan juga terdapat penumpukan peralatan medis diluar gudang.
  4. *Unnecessary Motion*. Pada proses pencarian rekam medis terdapat beberapa gerakan-gerakan yang sudah diidentifikasi, terlihat pada tabel 3.

**Tabel 4. Identifikasi Gerakan pada Proses Pencarian Dokumen**

No.	Langkah	Nama gerakan
1	Memegang catatan rekam medis	Memegang (Grasp)
2	Membawa catatan rekam medis	Membawa (Move)
3	Memilih rekam medis	Memilih (Select)
4	Menjangkau rekam medis	Menjangkau (Reach)
5	Membawa rekam medis	Membawa (Move)

Langkah nomor 3 merupakan kategori aktivitas *non value added* dan peneliti mengusulkan perbaikan untuk aktivitas tersebut serta diharapkan setelah diterapkan perbaikan yang diusulkan, dapat meminimasi waktu dari langkah nomor 3.

5. *Defect*. *Defect* pada proses pelayanan kesehatan yakni pada apotek, terdapat pergantian resep obat yang telah dibuat untuk pasien karena obat yang ada pada resep awal tidak tersedia di apotek. Tidak adanya informasi ketersediaan obat di apotek, membuat dokter harus mengganti resep ketika resep obat yang dirujukan untuk pasien tidak tersedia di apotek. Frekuensi kejadian pergantian resep obat ini 2-3 kali tiap 1 bulannya.

Dari total 8 waste yang teridentifikasi, perlu ditentukan jenis waste yang paling signifikan dan prioritas. Pada identifikasi *waste* yang paling signifikan dan prioritas dapat dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada para staf pelayanan yang terlibat langsung selama proses pelayanan di Poliklinik Universitas Brawijaya. Penyebaran kuesioner menggunakan teknik sampling non-probability dengan jenis purposive sampling.

Responden untuk kuesioner ini terdiri dari 6 orang yaitu staf depo obat 3 orang, staf rekam medis 1 orang, bagian pendaftaran 1 orang, dan bagian pembayaran 1 orang. Data hasil rekapitulasi kuesioner *waste* dapat dilihat pada tabel 4.

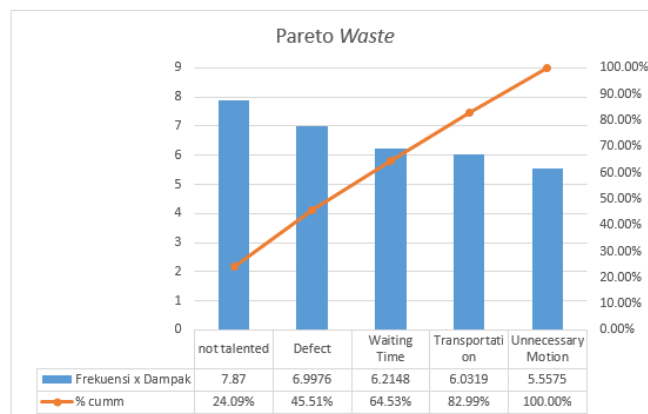
**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Kuesioner**

Tipe waste	Rata-rata Dampak	Rata-rata Frekuensi	Frekuensi x Dampak	Persentase
<i>Defect</i>	3.124	2.24	6.9976	21.42%
<i>Waiting Time</i>	2.3125	2.6875	6.2148	19.02%
<i>Not Talented</i>	3.1575	2.4925	7.87	24.09%
<i>Unnecessary Motion</i>	2.585	2.15	5.5575	17.01%
<i>Transportation</i>	2.9175	2.0675	6.0319	18.46%

Tipe *waste* yang sudah dibuatkan pembobotan, dilanjutkan dengan membuat pareto diagram untuk nantinya melihat *waste* yang harus diberikan rekomendasi perbaikan, diagram pareto memiliki makna 80-20 yang mana pada permasalahan kali ini yaitu 20% dari cacat sistem penyebab 80% masalahnya, sehingga instansi harus menyelesaikan 20% masalah disini agar 80% permasalahan terselesaikan. Tabel 5 menjelaskan nilai kumulatif dan persentase kumulatif pada tiap-tiap *waste* yang terjadi.

**Tabel 6. Kumulatif dari Frekuensi dan Dampak**

Tipe waste	Frekuensi x Dampak	Kumulatif	% Kumulatif
<i>Not Talented</i>	7.87	7.87	24.09%
<i>Defect</i>	6.9976	14.8676	45.51%
<i>Waiting Time</i>	6.2148	21.0824	64.53%
<i>Transportation</i>	6.0319	27.1143	82.99%
<i>Unnecessary Motion</i>	5.5575	32.6718	100.00%
Total	32.6718		



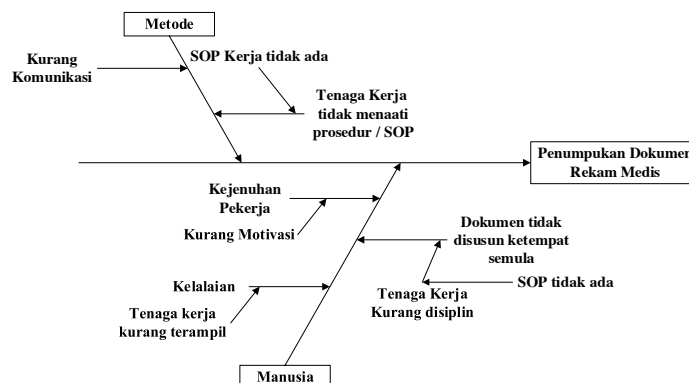
**Gambar 4. Diagram Pareto Waste**

Berdasarkan tabel 5, dibuatkan dalam sebuah gambar diagram pareto pada gambar 4 untuk membandingkan tipe waste yang terjadi. Gambar 4 menggambarkan diagram pareto untuk mengetahui waste yang membutuhkan rekomendasi perbaikan, dapat dilihat bahwa persentase *waste of talent*, *defect*, *waiting time*, dan *transportation* berjumlah 80%, sehingga jika mengadopsi dari asumsi Juran (1998) yakni 20% dari cacat sistem penyebab 80% masalahnya, maka diambil 1 tipe waste untuk menyelesaikan penyebab permasalahan 80%. Tipe *waste of talent* merupakan tipe waste yang dipercaya dapat menyelesaikan 80% permasalahan. Pada tipe waste ini terdapat beberapa aktivitas-aktivitas yang terjadi, yaitu: persediaan peralatan medis yang belum tersusun, persediaan obat yang belum tersusun, dan dokumen berkas medis yang menumpuk.

### c) Identifikasi Akar Penyebab Masalah

Hasil dari diskusi dan wawancara dengan pihak Poliklinik Universitas Brawijaya didapatkan hasil pada tiap aktivitasnya berdasarkan Ishikawa diagram:

1. Identifikasi penyebab masalah pada aktivitas penumpukan dokumen rekam medis dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5. Ishikawa Diagram dari Aktivitas Penumpukan Dokumen Rekam Medis**

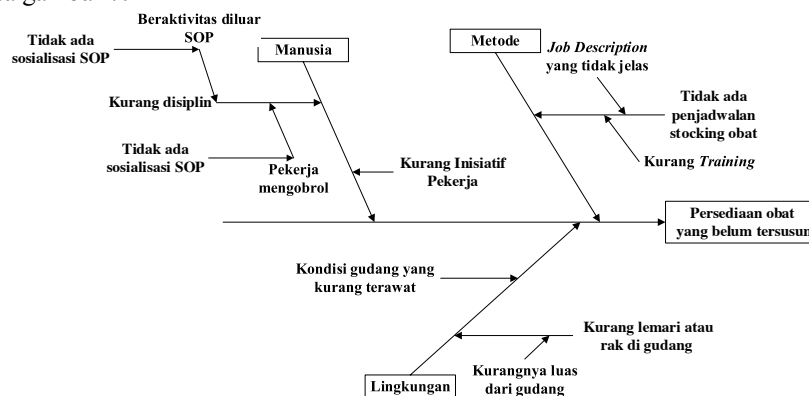


2. Identifikasi penyebab masalah pada aktivitas persediaan peralatan medis yang belum tersusun dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Ishikawa Diagram dari Aktivitas Persediaan Peralatan Medis yang Belum Tersusun

3. Identifikasi penyebab masalah pada aktivitas persediaan obat yang belum tersusun dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Ishikawa Diagram dari Aktivitas Persediaan Obat yang Belum Tersusun

#### d) Failure Mode and Effect Analysis

Berdasarkan hasil penilaian tabel FMEA pada *waste not talented* oleh pihak yang terlibat, dapat dilihat nilai RPN tertinggi di masing-masing aktivitas yaitu pada permasalahan penumpukan dokumen rekam medis memiliki nilai RPN tertinggi yang dijelaskan pada tabel 6 yang menunjukkan prioritas permasalahan yang akan diberikan rekomendasi perbaikan guna mengurangi *waste* selama proses pelayanan di Poliklinik Universitas Brawijaya.

Tabel 7. Prioritas Permasalahan pada *Waste not talented*

Potential Failure Mode	Potential Causes	Current Kontrol	RPN
Penumpukan dokumen rekam medis	Tenaga kerja kurang disiplin	Tulisan / peringatan	168
	Tenaga kerja kurang terampil	Tidak ada	168
Persediaan Peralatan medis yang belum tersusun	Tidak ada perencanaan tata letak	Tidak ada	144
Persediaan obat yang belum tersusun	Tidak ada sosialisasi SOP	Tidak ada	175

Rekomendasi perbaikan akan diberikan berdasarkan nilai RPN tertinggi yang didapatkan dari hasil nilai FMEA pada *waste not talented* baik pada rekam medis, peralatan medis, dan persediaan obat. Sehingga dari masing-masing aktivitas tadi diberikan rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan yang dijelaskan pada tabel 7.

**Tabel 8. Rekomendasi Perbaikan**

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Causes</i>	Rekomendasi
Penumpukan dokumen rekam medis	Tenaga kerja kurang disiplin Tenaga kerja kurang terampil	Pembuatan SOP ( <i>standard operational procedure</i> ) dan alat kontrol visual
Persediaan Peralatan medis yang belum tersusun	Tidak ada perencanaan tata letak	Perencanaan tata letak ulang dari <i>holding place</i> untuk persediaan peralatan medis
Persediaan obat yang belum tersusun	Tidak ada sosialisasi SOP	Perancangan poster untuk mengenalkan kembali SOP dari bagian apotek atau depo obat

#### e) Analisis Future State

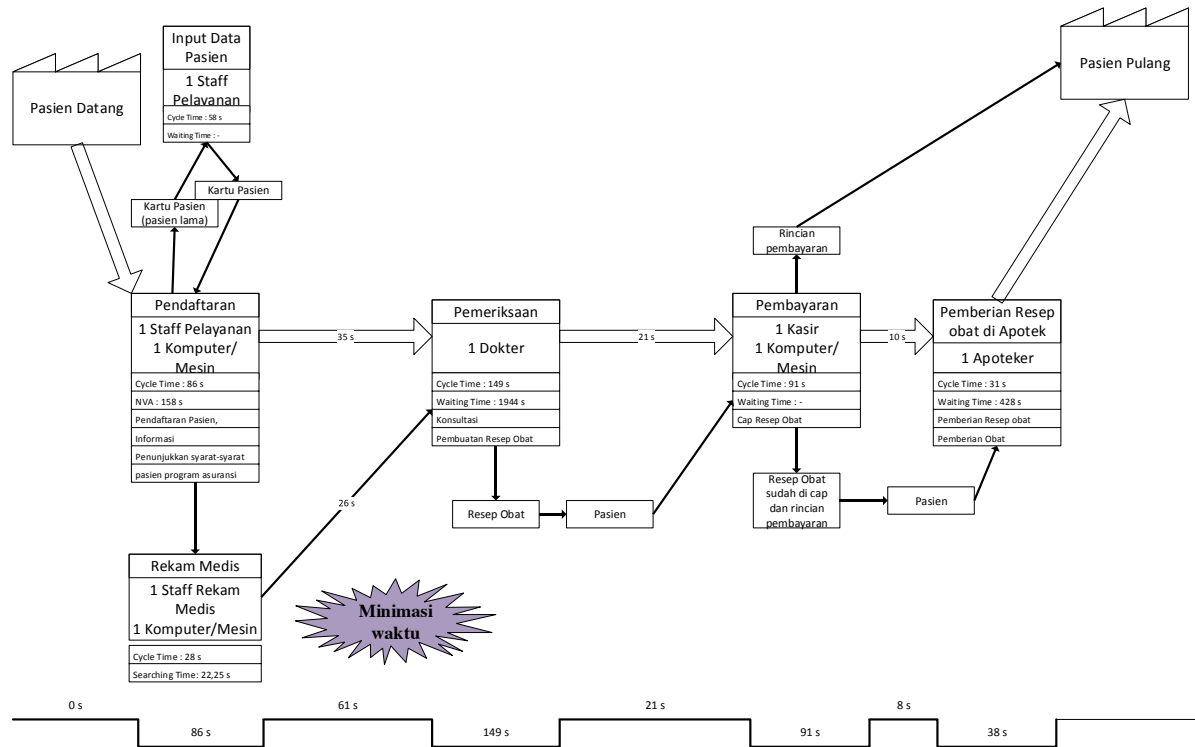
Analisis rekomendasi perbaikan pada future state yakni dengan mengidentifikasi kembali dampak yang terjadi setelah diberikan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan big picture mapping pada gambar 8. Pada gambar 8 terlihat future state dari big picture mapping, terdapat penurunan waktu pada proses di rekam medis, yaitu penurunan waktu pencarian dokumen rekam medis. Hal ini disebabkan oleh usulan perbaikan yang diterapkan di gudang rekam medis yaitu menambahkan standard operational procedure dan alat kontrol visual.

Proses yang belum mengalami perubahan yakni pada proses pendaftaran, pemeriksaan oleh dokter, pembayaran, dan input data pasien. Adapun nantinya pada proses pemberian resep obat dan obat di apotek akan menurunkan cycle time dari proses pemberian resep obat dan obat setelah pekerja menerapkan rancangan SOP yang dibuat dalam bentuk poster yang sudah dijelaskan pada rekomendasi perbaikan. Dapat dikatakan bahwa pada cycle time proses pemberian resep obat dan obat di apotek akan menurun dengan jangka waktu tertentu atau secara tidak langsung.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Penggambaran big picture mapping proses pelayanan kesehatan di Poliklinik Universitas Brawijaya dengan menggunakan pendekatan lean healthcare yang digunakan untuk mengidentifikasi waste yang terjadi selama proses pelayanan kesehatan di Poliklinik Universitas Brawijaya. Didapatkan 5 jenis pemborosan/waste yang terjadi selama proses pelayanan kesehatan dari big picture mapping dan identifikasi pada awal penelitian. Pertama adalah waste waiting pada proses pendaftaran, pasien menunggu selama 444 detik untuk pasien lama dan 390



**Gambar 8 Big Picture Mapping Future State dari Pasien Lama**

detik pada pasien baru. Pada proses pemeriksaan dokter, pasien menunggu selama 1944 detik untuk pasien lama dan 1704 untuk pasien baru. Pada proses pengambilan obat, pasien menunggu selama 428 detik untuk pasien lama dan 347 detik untuk pasien baru. Waste unnecessary transportation pada proses pergerakan pasien dari bagian pendaftaran ke apotek, pasien harus melewati tempat duduk antrian obat untuk menuju ke apotek. Waste of talent terjadi pada gudang apotek dan gudang rekam medis, penumpukan beberapa jenis obat yang belum tersusun ke rak dan terdapat penumpukan juga pada gudang rekam medis yaitu penumpukan dokumen rekam medis yang belum dikembalikan. Waste unnecessary motion terjadi pada proses pendaftaran, yaitu pada proses pencarian dokumen rekam medis. Waste defect pada proses pelayanan kesehatan yakni pada apotek, terdapat pergantian resep obat yang telah dibuat untuk pasien karena obat yang ada pada resep awal tidak tersedia di apotek, frekuensi kejadian pergantian resep obat ini 2-3 kali tiap 1 bulannya.

- Pada proses pelayanan kesehatan, teridentifikasi waste yang paling signifikan yaitu waste of talent. Pada waste ini terdapat beberapa aktivitas yang perlu diberikan rekomendasi perbaikan. Setelah didapat sebab dan akibat yang ditimbulkan dari tiap-tiap aktivitas, dilanjutkan dengan tool FMEA untuk menentukan rekomendasi perbaikan. Pada tabel FMEA didapatkan nilai RPN tertinggi di masing-masing aktivitas yaitu pada permasalahan penumpukan dokumen rekam medis memiliki nilai RPN tertinggi pada tenaga kerja kurang disiplin dan tenaga kerja kurang terampil. Pada permasalahan persediaan peralatan medis yang belum tersusun memiliki nilai RPN tertinggi pada tidak adanya perencanaan tata letak. Pada permasalahan persediaan obat yang belum tersusun memiliki nilai RPN tertinggi pada tidak adanya sosialisasi SOP.
- Rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan, yang pertama yaitu pembuatan Standard Operational Procedure (SOP) dan pembuatan alat kontrol visual untuk menyelesaikan permasalahan tingginya tingkat kelalaian operator serta meningkatkan kedisiplinan dan juga keterampilan dari pekerja. Kedua, untuk menyelesaikan permasalahan peralatan medis yang belum tersusun maka dilakukan evaluasi mengenai tata letak dari Poliklinik Universitas Brawijaya. Ketiga, untuk menyelesaikan permasalahan persediaan obat yang belum tersusun maka rekomendasi perbaikan yang tepat yaitu dengan mensosialisasikan kembali SOP dengan cara membuat poster yang diletakkan ditempat strategis sekitar apotek.

## PUSTAKA

- Byars, Lloyed L; Rue, Leslie W. (2006). *Human Resource Management*, 8 edition. McGraw-Hill, Irwin
- Chrysler. (1995). *Potential Failure Mode and Effect Analysis*. Chrysler LLC, Ford Motor Company. General Motors Corporation.
- Gaspersz, Vincent (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Graban, Mark. (2013). *Lean Hospitals : Improving Quality, Patient Safety, and Employee Engagement*. London: CRC Press.
- Hines, Taylor. (2000). *Going Lean – A Guide to Implementation*. Cardiff, UK: *Lean Enterprise Research Center*.
- Ishikawa, Kaoru. (1968). *Guide to Quality Control*. Tokyo : JUSE
- Juran, Joseph. (1998). *Juran Quality Handbook*: Fifth Edition. McGraw-Hill.
- Richard, Shannon. (2012). *Lean-Led Hospital Design: Creating the Efficient Hospital of the Future*. London: CRC Press.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Cetakan ketiga belas. Bandung: IKAPI.
- Toussaint, John. (2016). *Lean-Hospitals : Improving Quality, Patient Safety, and Employee Engagement* Third Edition. London: CRC Press.

## PENERAPAN *PAY-FOR-PERFORMANCE PLAN* SEBAGAI BENTUK INOVASI MANAJEMEN SUMBER DAYA MANUSIA DI PT. INTI (PERSERO)

Endra Yuafanedi Arifianto<sup>1</sup>, Rakhmat Himawan<sup>2</sup>, Livy Zayyan Alkadia<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT Haryono 167, Malang, 65145

Telp. 081332145635

E-mail: endratiub@gmail.com <mailto:himawan@ub.ac.id>

### ABSTRAK

Kinerja sumber daya manusia merupakan elemen yang sangat berpengaruh dalam segala bidang dan kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan, terutama dalam menentukan jumlah modal yang keluar maupun pendapatan yang akan masuk ke perusahaan. Modal yang keluar tersebut terkait dengan sistem penggajian dan pengupahan sumber daya manusia dalam perusahaan. Jika sistem tersebut tidak direncanakan secara baik, bukan tidak mungkin di masa yang akan datang akan timbul kerugian secara finansial yang signifikan bagi perusahaan dari pemberian *work pay* berlebih bagi karyawan yang memiliki utilitas kerja rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah inovasi dalam sistem penggajian/pengupahan yang sesuai dengan tujuan perusahaan itu sendiri.

Kemampuan manajemen dalam merancang sistem penggajian yang transparan, adil dan sesuai dengan kinerja karyawan sangat diperlukan. Penggajian menjadi isu yang sensitif bila tidak dilakukan dengan transparan dan adil, kesenjangan dalam proses penggajian bisa menimbulkan dampak negatif terhadap keharmonisan tim manajemen dengan buruh/karyawan. Keilmuan tentang manajemen inovasi sangat diperlukan untuk mewujudkan inovasi di bidang penggajian sekaligus meningkatkan kinerja karyawan. *Sistem pay for performance* merupakan sistem yang paling cocok diterapkan, hal ini dikarenakan prinsip sistem yang mau tidak mau akan meningkatkan daya saing bagi setiap karyawan berjalan selaras dengan keinginan perusahaan untuk memiliki nilai-nilai yaitu: integritas pribadi yang kuat, *networking*, *teamwork* dan inovasi.

**Kata Kunci :** manajemen inovasi; sistem penggajian; sumber daya manusia; *work pay*

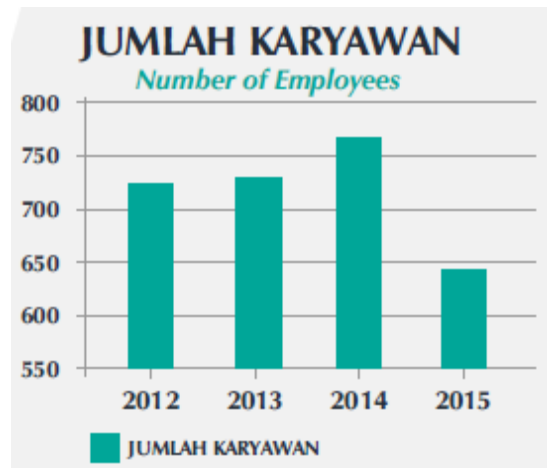
### 1. PENDAHULUAN

Menjadi BUMN terdepan yang kerap ditunjuk menjadi mitra utama berbagai perusahaan dalam melakukan kegiatan manufaktur dan konsultasi profesional berbagai produk dan jasa yang berhubungan dengan bidang informasi dan teknologi, PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero) atau yang lebih dikenal dengan PT. INTI (Persero) dituntut untuk mampu mengelola aset-aset pendukung produktivitasnya dengan baik. Salah satu aset paling penting dan berharga yang dimiliki oleh perusahaan adalah sumber daya manusia. Sikap, keterampilan, dan kemampuan manusia merupakan faktor yang sangat berkontribusi terhadap kinerja dan produktivitas organisasi. Untuk mendapatkan *performance* terbaik pada keseluruhan faktor tersebut, sudah tentu dibutuhkan pengorbanan yang harus dilakukan oleh perusahaan, yakni pemberian *work pay*, atau imbalan kerja.

Sejak awal berdiri, PT. INTI (Persero) menerapkan sistem penggajian tetap sesuai golongan dan jabatan. Sehingga jumlah *work pay* yang diterima oleh karyawan yang berada dalam tingkat golongan yang sama akan senilai, tanpa memperhitungkan aspek lain seperti kehadiran, kinerja, dsb. Hal tersebut kemudian berdampak pada ketidakakuratan standar remunerasi dan *career path*. Kasus yang paling umum terjadi adalah adanya karyawan yang mendapatkan *work pay* yang tidak sesuai dengan utilitas kerjanya. Selain itu, terdapat pula banyak kasus promosi dan mutasi yang tidak memiliki dasar keputusan yang kuat, seperti terjadinya kenaikan jabatan bagi karyawan yang tidak kompeten atau adanya mutasi karyawan ke bagian yang tidak sesuai dengan latar belakang keilmuan dan pengalaman kerjanya.

Sumber daya manusia merupakan faktor terpenting bagi perusahaan dan sangat menentukan bagi keberhasilan, kesinambungan usaha PT INTI. Sejalan dengan visi perseroan untuk menyediakan “*Smart Innovation for Better Life*”, Perseroan membutuhkan yang memiliki kompetensi tinggi dan berkinerja unggul untuk mendukung pencapaian visi tersebut. Sumber daya manusia di PT INTI merupakan *human capital* yang memberikan karakter, nilai tambah, sekaligus menjadi aset terbesar Perseroan. Salah satu aspek yang menjadi fokus perhatian dalam menjalankan usaha adalah tersedianya Sumber daya manusia yang tepat, baik dalam jumlah maupun kualitas. Sebagaimana diamanatkan dalam RKAP 2015, fokus

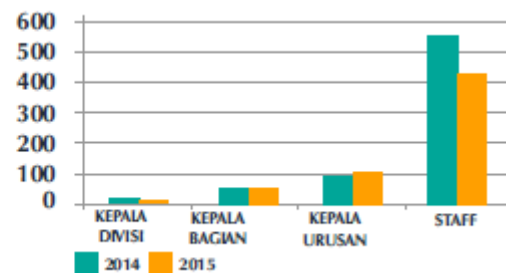
pengembangan sumber daya manusia adalah melaksanakan kegiatan pengembangan sumber daya manusia secara efektif dalam rangka pemenuhan *hard competences* maupun *soft competences* serta produktivitas karyawan sesuai dengan arah pengembangan usaha Perseroan, serta membangun Budaya Perusahaan sebagaimana tertuang dalam buku saku HARMONI. Sangat penting bagi PT INTI untuk meningkatkan peran sumber daya manusia untuk menjadi lebih aktif dan dinamis dalam berkontribusi secara optimal bagi Perseroan.



Gambar 1. Jumlah Karyawan PT INTI

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui terjadi penurunan jumlah karyawan dari tahun 2012 ke 2015, hal ini sebagai bentuk efisiensi dan mengawasi tingkat produktivitas kinerja karyawan.

JABATAN / POSITION	2014	2015
KEPALA DIVISI / HEAD OF DIVISION	20	17
KEPALA BAGIAN / MANAGER	53	58
KEPALA URUSAN / SUPERVISOR	94	110
STAF / STAFF	592	456
<b>TOTAL</b>	<b>759</b>	<b>641</b>



Gambar 2. Komposisi Karyawan PT INTI Berdasarkan Jabatan

Kinerja sumber daya manusia merupakan elemen yang sangat berpengaruh dalam segala bidang dan kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan, terutama dalam menentukan jumlah modal yang keluar maupun pendapatan yang akan masuk ke perusahaan. Modal yang keluar tersebut terkait dengan sistem penggajian dan pengupahan sumber daya manusia dalam perusahaan. Jika sistem tersebut tidak direncanakan secara baik, bukan tidak mungkin di masa yang akan datang akan timbul kerugian secara finansial yang signifikan bagi perusahaan dari pemberian *work pay* berlebih bagi karyawan yang memiliki utilitas kerja rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah inovasi dalam sistem penggajian dan pengupahan yang sesuai dengan tujuan perusahaan itu sendiri.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan perancangan inovasi pada sistem penggajian di PT. INTI (Persero) ini digunakan dua metode dalam pengumpulan data. Adapun metode praktik yang digunakan adalah sebagai berikut:

### a) Metode Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Metode penelitian kepustakaan adalah suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan melakukan studi literatur serta mempelajari sumber-sumber data dan informasi lainnya yang berkaitan dengan penelitian, termasuk berbagai dokumen di perusahaan, sehingga permasalahan yang diangkat dapat diselesaikan menggunakan informasi dan teori yang telah ada.

b) Metode Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data ini mengharuskan peneliti untuk langsung terjun pada objek penelitian dengan alat bantu kegiatan berupa:

- a. *Interview*, yaitu suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan jalan mengajukan pertanyaan secara langsung pada saat perusahaan mengadakan suatu kegiatan.
- b. *Observation*, yaitu suatu metode dalam memperoleh data, dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap keadaan nyata dalam perusahaan.
- c. Dokumentasi, yaitu metode pengumpulan data dengan cara mencatat data-data yang dimiliki oleh perusahaan sesuai dengan keperluan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Ciri Khas Inovasi

Inovasi mempunyai 4 (empat) ciri, yaitu:

1. Memiliki kekhasan/kekhususan, artinya suatu inovasi memiliki ciri yang khas dalam arti ide, program, tatanan, sistem, termasuk kemungkinan hasil yang diharapkan.
2. Memiliki ciri atau unsur kebaruan, dalam arti suatu inovasi harus memiliki karakteristik sebagai sebuah karya dan buah pemikiran yang memiliki kadar orisinalitas dan kebaruan.
3. Program inovasi dilaksanakan melalui program yang terencana, dalam arti bahwa suatu inovasi dilakukan melalui suatu proses yang tidak tergesa-gesa, namun dipersiapkan secara matang dengan program yang jelas dan direncanakan terlebih dahulu.
4. Inovasi yang digulirkan memiliki tujuan, program inovasi yang dilakukan harus memiliki arah yang ingin dicapai, termasuk arah dan strategi untuk mencapai tujuan tersebut.

b) Sifat Perubahan dalam Inovasi

Terdapat 6 (enam) perubahan yang disebabkan oleh inovasi, yakni:

1. Penggantian (*substitution*), misalnya: Inovasi dalam penggantian jenis sekolah, penggantian bentuk perabotan, alat-alat atau sistem ujian yang lama diganti dengan yang baru.
2. Perubahan (*alternation*), misalnya: Mengubah tugas guru yang tadinya hanya bertugas mengajar, ditambah dengan tugas menjadi guru pembimbing dan penyuluhan, atau mengubah kurikulum sekolah yang semula bercorak teoretis akademis menjadi kurikulum dan mata pelajaran yang berorientasi bernuansa keterampilan hidup praktis.
3. Penambahan (*addition*), misalnya: adanya pengenalan cara penyusunan dan analisis item tes objektif di kalangan guru sekolah dasar dengan tidak mengganti atau mengubah cara-cara penilaian yang sudah ada.
4. Penyusunan kembali (*restructuring*), misalnya: Upaya menyusun kembali susunan peralatan, menyusun kembali komposisi serta ukuran dan daya tampung kelas, menyusun kembali urutan mata pelajaran atau keseluruhan sistem pengajaran, sistem kepengkangan, sistem pembinaan karier baik untuk tenaga edukatif maupun tenaga administratif, teknisi, dalam upaya perkembangan keseluruhan sumber daya manusia dalam sistem pendidikan.
5. Penghapusan (*elimination*), contohnya: Upaya menghapus mata pelajaran tertentu seperti mata pelajaran menulis halus, atau menghapus kebiasaan untuk senantiasa berpakaian seragam.
6. Penguatan (*reinforcement*), misalnya: Upaya peningkatan atau pementapan kemampuan tenaga dan fasilitas sehingga berfungsi secara optimal dalam permudahan tercapainya tujuan pendidikan secara efektif dan efisien.

c) Prinsip Umum dalam Penggajian

Dalam hal ini, terdapat sebuah prinsip yang umum digunakan oleh perusahaan sebagai dasar dalam menggaji karyawannya, yakni 3P: *Pay for position*, *person* atau *performance*. Sejatinya, setiap desain skala gaji mesti mempertimbangkan tiga faktor kunci ini meski dalam penerapannya ternyata tidak selalu mudah.

1. ***Pay for position*** bermakna bahwa gaji yang diberikan mengacu pada harga sebuah posisi atau jabatan. Idealnya sebuah perusahaan mesti memiliki gambaran mengenai harga dari setiap posisi yang dimilikinya. Harga posisi ini bersifat vertikal, artinya makin tinggi sebuah posisi tentu gajinya akan makin besar. Misal, gaji seorang manajer pasti lebih tinggi dibanding gaji seorang asisten manajer. Selain itu, harga posisi juga bersifat horizontal. Artinya, meskipun sama-sama manajer, namun biasanya harga (dan gaji) manajer pemasaran lebih tinggi dibanding misalnya harga (gaji) manajer keuangan ataupun manajer HRD. Mengapa? Sebab berdasar konsep *job value*, maka posisi pemasaran



dianggap memiliki *value* yang lebih tinggi dibanding posisi dalam bidang keuangan ataupun HR dan GA. Meski demikian, dengan spirit *a la* sosialisme, ada banyak organisasi yang menerapkan gaji yang sama untuk setiap jenjang jabatan. Dalam organisasi semacam ini, setiap posisi manajer atau supervisor memiliki rentang gaji yang sama, meski masing-masing bertugas dalam bidang yang berlainan.

2. **Pay for person** bermakna bahwa besaran gaji juga mesti dibedakan berdasar kompetensi individu yang bersangkutan. Artinya, meski memegang jabatan dan posisi yang sama, dua orang ini bisa memiliki skala gaji yang berbeda tergantung pada level kompetensi yang bersangkutan. Seorang karyawan yang dinilai lebih kompeten idealnya memiliki level gaji yang lebih tinggi dibanding mereka yang kurang kompeten. Meski demikian, pola semacam diatas mensyaratkan perusahaan untuk memiliki profil kompetensi yang jelas untuk setiap posisi. Dan yang tak kalah penting, perusahaan juga memiliki mekanisme yang sistematis dan obyektif untuk melakukan penilaian kompetensi secara reguler. Dua hal ini cukup kompleks untuk diterapkan, terutama dalam hal harus melakukan penilaian kompetensi karyawan secara lengkap dan reguler. Alhasil, tak banyak perusahaan yang bisa menerapkan konsep *pay for person* (*competency-based pay*) secara optimal.
3. **Pay for performance**. Atau besaran gaji diberikan berdasar aspek kinerja atau hasil kerja dari karyawan. Untuk karyawan bagian *sales*, konsep ini telah diterapkan sejak lama dalam wujud insentif. Namun mestinya, aspek ini juga bisa diterapkan pada semua posisi. Dengan demikian, karyawan yang memberikan hasil kerja yang lebih optimal mendapat gaji yang lebih baik dibanding mereka yang tidak. Meski begitu, konsep diatas mensyaratkan perusahaan untuk menerapkan sistem *key performance indicators* dalam menilai kinerja setiap karyawannya. Artinya, setiap posisi dan karyawan idealnya memiliki *key performance indicators* dan target kerja yang jelas dan terukur. Melalui mekanisme inilah, kemudian hasil kerja karyawan dapat dinilai dengan obyektif. Dan hasil penilaiannya lantas digunakan sebagai acuan dalam menentukan gaji yang harus diterima.

3P merupakan pilihan yang mungkin mesti dicermati manakala sebuah perusahaan hendak memberikan gaji yang *fair* dan kompetitif kepada segenap karyawannya. Pada intinya, sistem tersebut memang menguji bagaimana sebuah perusahaan bisa memberikan gaji yang *fair* dan kompetitif demi meningkatkan produktivitas dan kinerja karyawan.

#### d) Penerapan Pay For Performance

Sebagaimana dikemukakan oleh Robbins, inovasi sebagai suatu gagasan baru dapat diterapkan untuk memprakarsai atau memperbaiki suatu produk atau proses dan jasa. Inovasi juga dapat dilakukan sebagai usaha yang ditujukan untuk perbaikan, atau langkah sistematis untuk melakukan penyempurnaan dan melakukan perbaikan (*improvement*) yang terus menerus sehingga buah inovasi itu dapat dirasakan manfaatnya. Penggunaan prinsip *pay for performance* pada sistem penggajian di PT. INTI (Persero) pun dapat dikategorikan sebagai sebuah inovasi, karena gagasan untuk menerapkan prinsip tersebut diharapkan akan mampu memperbaiki kinerja internal dari perusahaan.

Berdasarkan kondisi dan tujuan yang hendak dicapai oleh PT. INTI (Persero), sistem *pay for performance* merupakan sistem yang paling cocok diterapkan, hal ini dikarenakan prinsip sistem yang mau tidak mau akan meningkatkan daya saing bagi setiap karyawan berjalan selaras dengan keinginan perusahaan untuk memiliki nilai-nilai yaitu: integritas pribadi yang kuat, *networking*, *teamwork/trust*, dan inovasi.

Sistem *pay for performance* ini mengharuskan adanya *key performance indicators*, atau indikator kunci kinerja yang menjadi parameter penilaian pencapaian seorang karyawan dalam bekerja. KPI (*Key Performance Indicator*) atau sering dikenal sebagai target kinerja adalah suatu indikator atau target yang memberikan informasi sejauh mana sasaran yang ditetapkan tersebut tercapai. Untuk memudahkan dalam pengontrolan, KPI yang disusun sebaiknya memenuhi kriteria *Specific* (memiliki detail dan fokus), *Measurable* (terukur), *Achievable* (realistis dan dapat dicapai), *Relevant* (berkaitan dengan tugas pokok dan pekerjaan keseharian), *Time* (waktu untuk mencapai target tersebut atau *deadline*).

Dalam pembuatan *Key Performance Indicator* langkah utama adanya Visi Misi perusahaan atau nilai-nilai organisasi yang dituangkan dalam bentuk strategi yang akan diambil dan sasaran atau target yang ingin dicapai. Untuk melakukan proses pemantauan, pengukuran dan evaluasi terhadap target yang dibuat maka disusunlah KPI. Payung utama terlebih dahulu dibuat KPI perusahaan, KPI tersebut diturunkan (di pecah) ke bawah, sehingga muncullah KPI unit kerja kemudian KPI unit kerja diterjemahkan ke KPI masing-masing karyawan yang ada di dalam bagian unit kerja.

Manfaat lain dari penerapan *Key Performance Indicator* yang berkaitan dengan pengelolaan kinerja karyawan berupa evaluasi kinerja dilakukan lebih obyektif dan terukur, sehingga dapat

mengurangi unsur subyektivitas yang sering terjadi dalam proses penilaian kinerja karyawan. Hal ini akan mendorong karyawan bekerja lebih optimal untuk mencapai target yang telah ditetapkan. Pencapaian dari target ini dapat dijadikan dasar untuk pemberian *reward* terhadap karyawan.

Dibawah ini contoh *Key Performance Indicator* yang ada di perusahaan *manufacturing* :

**Tabel 1. Contoh KPI**

No	Sasaran	Obyektif	Bobot	Parameter	Target
1	Efisiensi	Penurunan Down Time mesin	15%	Total Down Time (Jam/Bulan)	Max 50 Jam/Bulan
		Biaya Maintenance Cost	10%	Total Repair Maintenance Cost (Rp/Ton)	Max Rp 200/Ton
		Pemakaian Energi Listrik	20%	Total Pemakaian Listrik (Kwh/Ton)	2 Kwh/Ton
		Overtime karyawan	5%	Total Overtime (Jam/Bulan)	Max 100 Jam/Bulan
2	Produktivitas	Penyelesaian Order	20%	Persentase Pencapaian Order (%)	100%
		Reject Output Produk	5%	Total Reject terhadap Output Produk (%)	Max 0.5%
3	Kepuasan Pelanggan	Keluhan Pelanggan	20%	Total Keluhan Pelanggan (KP/Bulan)	KP=0
		Penyelesaian Standar ISO	5%	Hasil Temuan Audit ISO 9001 (TA/Audit)	TA=0

Setelah KPI selesai disusun, sistem penggajian akan didasarkan pada sejauh mana seorang karyawan mampu mencapai KPI-nya. Jika karyawan mampu memenuhi target KPI (rata-rata), gaji yang diterimanya akan sesuai dengan standar umum gaji rata-rata yang ditetapkan. Jika karyawan mampu memiliki nilai KPI yang tinggi (di atas rata-rata), gaji yang diterimanya akan menjadi lebih besar. Sebaliknya, jika nilai KPI yang didapatnya rendah, karyawan akan menerima gaji yang lebih sedikit.

Ketatnya persaingan kerja yang timbul akibat penerapan sistem *pay for performance* ini diharapkan akan mampu meningkatkan produktivitas perusahaan secara keseluruhan, dikarenakan pada akhirnya, seberapa baik pun pencapaian individu dalam sebuah perusahaan, tujuan besar akhir yang harus dicapai adalah kesuksesan dan keberhasilan perusahaan secara keseluruhan.

#### 4. KESIMPULAN

Sejak awal berdiri, PT. INTI (Persero) menerapkan sistem penggajian tetap sesuai golongan dan jabatan. Sehingga jumlah *work pay* yang diterima oleh karyawan yang berada dalam tingkat golongan yang sama akan senilai, tanpa memperhitungkan aspek lain seperti kehadiran, kinerja, dsb. Hal tersebut kemudian berdampak pada ketidakakuratan standar remunerasi dan *career path*. Kasus yang paling umum terjadi adalah adanya karyawan yang mendapatkan *work pay* yang tidak sesuai dengan utilitas kerjanya. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah inovasi dalam sistem penggajian dan pengupahan yang sesuai dengan tujuan perusahaan itu sendiri. Berdasarkan kondisi dan tujuan yang hendak dicapai oleh PT. INTI (Persero), sistem *pay for performance* merupakan sistem yang paling cocok diterapkan, hal ini dikarenakan prinsip sistem yang mau tidak mau akan meningkatkan daya saing bagi setiap karyawan berjalan selaras dengan keinginan perusahaan untuk memiliki nilai-nilai yaitu: integritas pribadi yang kuat, *networking*, *teamwork/trust*, dan inovasi.

## PUSTAKA

- Armstrong, dkk. (2003). *Job Evaluation: A Guide to Achieving an Equal Pay*. London: Kogan Page.
- Azzam Azmi Abou-Moghli, Ghaith Mustofa Al Abdallah, Ayed Al Mual. (2012). Impact of Innovation on Realizing Competitive Advantage in Banking Sector in Jordan. *Journal of American Academic & Scholarly*, Vol. 4, No. 5, Sept 2012.
- Dessler, G. (2009). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT. Indeks.
- Mathis, L Robert & John H Jackson. (2009). *Human Resource Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Stimac, Helena, Simic, Mirna Leko. (2012). Competitiveness in higher Education : A Need for Management Orientation and Service Quality. *Journal Business and Economics, Sociology*, 2012. Vol. 5, edisi 2, hal.23-34, 153.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Cetakan ketiga belas. Bandung: IKAPI.
- Tidd., Besant. (2009). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market, and Organizational Change*. 4<sup>th</sup> edition. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Zartaj Kasmi. (2011). Talent a Critical Driver of Corporate Performance and Competitive Advantage, *International Journal of Multidisciplinary Management Studies*, Rafiq Zakaria Campus, Millenium Institute of Management. Maharastra.

## PERANCANGAN PRODUK “PATCH” TAPE HAND DISPENSER DENGAN PENDEKATAN INDUSTRIAL DESIGN

Endra Yuafanedi Arifianto<sup>1</sup>, Luciana Juliawati<sup>2</sup>, Windita Mega E<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. MT Haryono 167, Malang, 65145

Telp. 081332145635

E-mail: endratiub@gmail.com

### ABSTRAK

Perancangan produk Tape Hand Dispenser dibuat berdasarkan tingkat kepentingan tertinggi dari HOQ yang telah dibuat. Hal ini dapat menjadi prioritas pertama sebagai acuan perencanaan dan pengembangan rancangan produk Tape Hand Dispenser. Setelah pengolahan menggunakan metode QFD, dilakukan tahap pengembangan konsep yang berisi studi pemilihan spesifikasi konsep dengan FAST Diagram, kemudian menggunakan Morphological chart untuk membantu mengidentifikasi alternatif-alternatif pemilihan atau kombinasi produk baru mengenai bentuk, setelah itu tahap pemilihan konsep yang dilakukan dengan menggunakan PUGH Matrix. Dari tahap ini didapatkan satu konsep terpilih. Kemudian, dilakukan analisis desain arsitektur yang didalamnya mengidentifikasi BOM Tree BOM Table, dan analisa antropometri. Selain, desain industri yang didalamnya mengidentifikasi analisis aspek ergonomis dan analisis aspek estetika.

**Kata Kunci :** Analisis Desain Arsitektur; Analisis Desain Industri; HOQ; Pemilihan Konsep; Perancangan Produk

### 1. PENDAHULUAN

Tape Hand Dispenser adalah produk yang digunakan untuk memudahkan pengguna pada saat memotong *tape*. Tape hand dispenser biasanya digunakan oleh karyawan yang bekerja di industri oleh-oleh, swalayan, jasa pengiriman barang, toko alat elektronik dan industri-industri yang memerlukan proses *packing* menggunakan kardus yang membutuhkan *tape* sebagai perekat.

Kelebihan dari produk *tape hand dispenser* antara lain memudahkan pemotongan *tape*, mencegah *tape* tergulung kembali setelah dipotong dan menjadikan pekerjaan *packing* menjadi lebih efektif dan efisien. Pada umumnya produk *tape hand dispenser* yang sudah ada di pasaran memiliki *handle* yang kurang nyaman. Adanya ketidaknyamanan yang ditimbulkan ketika menggunakan *tape hand dispenser* disebabkan oleh rancangan produk yang kurang memperhatikan aspek ergonomis sehingga dapat berpengaruh pada kesehatan pekerja. Selain itu penggunaan *tape hand dispenser* yang cukup lama dalam kondisi tidak nyaman dapat menyebabkan cedera pada pergelangan tangan.

Terdapat beberapa produk yang mempertimbangkan aspek kenyamanan ketika produk digunakan, antara lain produsen produk *tape hand dispenser* dengan merek *Scotch* tipe ST-181 menyediakan bantalan *foam* yang melapisi bagian *handle*. Sedangkan untuk produk Joyko TD-2H mengatasi permasalahan kenyamanan penggunaan dengan menyediakan lekukan-lekukan pada *handle* yang berfungsi untuk tempat jari-jari tangan ketika menggenggam *handle*. Rancangan produk seperti *Scotch* dan Joyko memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Namun, Produk-produk tersebut belum cukup menjawab hal-hal yang dibutuhkan oleh konsumen. Selain dari aspek kenyamanan, konsumen juga mempertimbangkan aspek estetika dan aspek ergonomis. Untuk itu pada penelitian kali ini akan dirancang *tape hand dispenser* yang nyaman digunakan, mempertimbangkan aspek ergonomis dan aspek estetika.

### 2. METODOLOGI PENELITIAN

#### 2.1. Objek penelitian

Penelitian memiliki objek penelitian yang diamati, dianalisis maupun diperbaiki. Objek penelitian ini adalah karakteristik atau spesifikasi produk *tape hand dispenser* yang dibutuhkan oleh konsumen untuk proses *packing*.

#### 2.2. Variabel penelitian

Variabel penelitian yang terdapat pada penelitian ini berasal dari data mentah yang diperoleh dari konsumen dan merupakan kebutuhan konsumen. Kebutuhan konsumen antara lain, terdapat petunjuk penggunaan, *handle* nyaman ketika digunakan, harga produk terjangkau, material yang kuat, ukuran

produk yang proporsional, mata *cutter* tajam, terdapat pelindung mata *cutter*, desain yang menarik, terdapat pengunci rol lakban, terdapat *cutter* pemotong otomatis.

### 2.3. Metode *sampling*

Metode *sampling* adalah metode penentuan sample yang representatif dipelajari secara khusus dalam metode pengambilan *sample* (Tampomas, 2003). Populasi adalah keseluruhan objek yang diteliti (Tampomas, 2003). Populasi pada penelitian ini adalah konsumen yang bertindak sebagai pengguna *tape hand dispenser* yang berada di wilayah Kota Malang. *Sample* adalah populasi yang benar-benar diteliti (Tampomas, 2003). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif korelasional, dimana terdapat 30 orang responden yang dianggap cukup mewakili populasi

### 2.4. Alat ukur dan jumlah *sample*

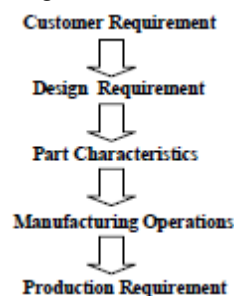
Penelitian ini menggunakan alat ukur berupa kuesioner. Terdapat dua macam kuesioner yang digunakan yaitu kuesioner terbuka dan kuesioner tertutup. Kuesioner terbuka digunakan pada tahap awal dimana kuesioner tersebut digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan konsumen berupa spesifikasi produk. Adanya kuesioner terbuka merupakan cikal bakal adanya pernyataan yang terdapat dalam kuesioner tertutup. Kuesioner tertutup digunakan untuk menguji bahwa pernyataan yang terdapat pada kuesioner benar-benar mewakili kebutuhan pelanggan dan pada kuesioner tertutup dilakukan penilaian terhadap produk *tape hand dispenser* baru yang akan dirancang dan produk-produk kompetitor. Jumlah *sample* atau responden adalah 30 orang.

### 2.5. Prosedur pelaksanaan penelitian

Tahapan utama yang harus diterapkan dalam melaksanakan metode QFD adalah :

#### 1. Kualitas *Quality Function Deployment*

Kualitas *Quality Function Deployment* adalah salah satu metodologi untuk membantu suksesnya membuat perubahan pada operasi bisnis yang menekankan pada pencegahan (*preventive*) dari pada reaksi (*rescive*). Penggunaan *Quality Function Deployment* untuk membantu mendefinisikan “apa yang dilakukan” dan transformasi yang progresif apa yang dilakukan terhadap “bagaimana memperbaiki” dengan berbagai cara sehingga didapat hasil performa yang konsisten dalam memuaskan pelanggan. Secara garis besar QFD adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Garis besar QFD

#### 2. Survei

Definisi survei di sini adalah survei kebutuhan konsumen. Survei digunakan untuk mengetahui informasi penting yang dapat berpengaruh pada usaha seseorang. Survei dilaksanakan dengan cara bertatap muka langsung dengan responden. Dengan adanya interaksi tatap muka antara tim pelaksana dan konsumen, survei memungkinkan keduanya untuk mengetahui hal-hal yang penting bagi hubungan tim pelaksana dan konsumen.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengolahan hasil penyebaran kuesioner

Data yang diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada 30 responden. Hasil dari jawaban responden yang terdapat pada kuesioner terbuka diperoleh 23 kebutuhan pelanggan, kemudian dilakukan penyaringan kebutuhan pelanggan. Kuesioner tertutup menunjukkan tingkat kepentingan responden terhadap *Tape Hand Dispenser*. Atribut yang menjadi butir pertanyaan pada kuesioner tertutup antara lain *Stainless steel* adalah material yang paling sesuai untuk digunakan sebagai Material *cutter* karena memiliki fungsi anti karat. *Polypropylene* adalah material yang paling sesuai untuk digunakan sebagai material pada badan *Tape Hand Dispenser* yang menjadi pertimbangan utama. Lebar dan panjang pada *handle Tape Hand Dispenser* sesuai dengan aspek ergonomis. *Polypropylene* dan *foam* adalah Material yang paling sesuai untuk *Handle Tape Hand Dispenser*. Pada *Tape Hand Dispenser* memiliki 3

unit variasi warna. Dengan petunjuk penggunaan yang terpisah dalam bentuk buku membantu pengguna untuk menggunakan alat tersebut. Pengunci *roll*, juga dapat membantu pengguna agar saat digunakan *roll* tersebut tidak bergerak.

### 3.2. Pengujian data hasil kuesioner

Pengujian data yang dilakukan setelah dilakukan perekapan hasil kuesioner tertutup yang disebarkan pada responden yang sama pada saat menyebarkan kuesioner terbuka. Pengujian data yang dilakukan adalah uji validitas dan uji reliabilitas data. Uji validitas menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat mengukur apa yang diinginkan dan Uji reliabilitas adalah suatu nilai yang menunjukkan konsistensi suatu alat pengukur di dalam mengukur gejala yang sama.

### 3.3. Penentuan customer requirement

Identifikasi kebutuhan konsumen bertujuan untuk mengetahui kebutuhan konsumen terhadap *Tape Hand Dispenser*. Identifikasi kebutuhan konsumen melalui penyebaran kuesioner menghasilkan 10 daftar kebutuhan konsumen terhadap produk *Tape Hand Dispenser*. Hasil identifikasi kebutuhan konsumen dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Identifikasi Pernyataan Kebutuhan Pelanggan**

No.	Pernyataan Pelanggan
1.	<i>Tape hand dispenser</i> memiliki petunjuk penggunaan
2.	<i>Tape hand dispenser</i> memiliki <i>handle</i> yang nyaman ketika digunakan
3.	Harga <i>tape hand dispenser</i> yang terjangkau
4.	<i>Tape hand dispenser</i> terbuat dari material yang kuat
5.	<i>Tape hand dispenser</i> memiliki ukuran yang proporsional
6.	<i>Tape hand dispenser</i> memiliki mata <i>cutter</i> yang tajam
7.	<i>Tape hand dispenser</i> memiliki pelindung mata <i>cutter</i>
8.	<i>Tape hand dispenser</i> memiliki <i>desain</i> yang menarik
9.	Terdapat pengunci rol pada <i>tape hand dispenser</i>
10.	Terdapat <i>cutter</i> pemotong otomatis pada <i>tape hand dispenser</i>

Tabel 1 menunjukkan hasil penyebaran kuesioner. Atribut yang dinilai berpengaruh signifikan terhadap proses pembuatan produk *Tape Hand Dispenser*, antara lain material *Tape Hand Dispenser*, material *cutter*, material *handle*, terdapat buku untuk petunjuk penggunaan, terdapat pengunci *roll*, memiliki ukuran lebar dan panjang yang ergonomis. Kebutuhan responden yang diperoleh dari kuesioner tersebut akan disesuaikan dengan karakteristik teknis produk.

### 3.4. Penentuan importance weight dan relative weight

Total tingkat kepentingan atribut perancangan produk ditunjukkan dengan bobot absolut sedangkan bobot relatif menunjukkan nilai bobot perencanaan 5 relatif dari suatu *variable*. Variabel perancangan desain produk *Tape Hand Dispenser* yang memiliki bobot relatif tertinggi yaitu material pada *cutter* dan terendah yaitu jumlah komponen pada produk *Tape Hand Dispenser*.

### 3.5. Membuat matriks House of Quality (HoQ)

#### 3.5.1 Daftar respon teknis

Langkah pertama dalam pembuatan *House of Quality* adalah menentukan daftar respon teknis. Respon teknis merupakan respon yang diberikan untuk menjawab *voice of customer* yang ada pada *Room 1*. Respon teknis sendiri terletak pada *Room 2*. Respon teknis harus mengandung matriks dan satuan (unit). Daftar respon teknis berdasarkan *voice of customer* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Respon Teknis**

Teknis	Kebutuhan	Metric	Satuan (Units)
1	4,3	Material <i>tape hand dispenser</i>	PVC
2	2,5	Ukuran (lebar)	Cm
3	2,5	Ukuran (panjang)	Cm
4	1	Petunjuk penggunaan	Subj.
5	2,4	Material <i>handle</i>	Polimer
6	4,6,10	Material <i>cutter</i>	Besi/Baja

Teknis	Kebutuhan	Metric	Satuan (Units)
7	4,6	Anti karat	Subj.
8	5	Jumlahkomponen	Unit
9	8	Variasiwarna	Subj.
10	9	Pengunciroll	Subj.
11	7	Pelindungmata cutter	Subj.
12	10	Sistempemotonganotomatis	Subj.

### 3.5.2 Relationship matrix

*Relationship matrix* adalah matriks hubungan antara *Room 1* dan *2* pada *House of Quality*. Matriks ini berisi nilai yang menghubungkan antara *voice of customer* dengan respon teknis. Penilaian pada *relationship matrix* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Penilaian pada Relationship Matrix**

Relationship Matrix	Value
Strong	9
Moderate	3
Weak	1
None	0

Penentuan *relationship matrix* diperlukan dalam menentukan hubungan antara *customer needs* dengan daftar *technical responses*. Hubungan antara kedua *variable* ini digambarkan dalam *Room 3*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

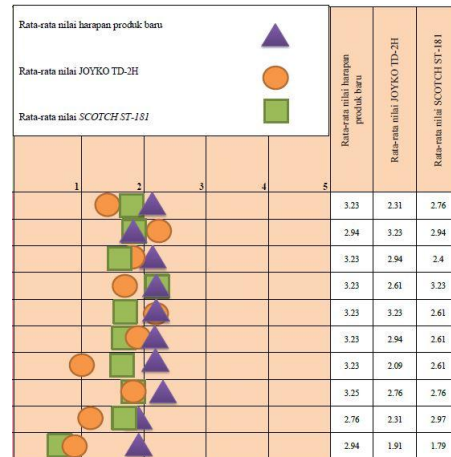
Customer Need	Technical Response	Tingkat Kepentingan									
		Materi tape hand dispenser	Lebar handle	Panjang handle	Petunjuk penggunaan	Materi handle	Materi cutter	Anti karat	Jumlah komponen	Warna	Adanya pengunci rol
1. Tape Hand Dispenser memiliki petunjuk penggunaan	3,23				9						
2. Tape Hand Dispenser memiliki handle yang nyaman ketika digunakan	2,94		9	9	3						
3. Harga Tape Hand Dispenser yang terjangkau	3,23	9				9	9		3		
4. Tape Hand Dispenser terbuat dari material yang kuat	3,23	9				3	3	3			
5. Tape Hand Dispenser memiliki ukuran yang proporsional	3,23		9	9					3		
6. Tape Hand Dispenser memiliki mata cutter yang tajam	3,23						9	3			
7. Tape Hand Dispenser memiliki peling mata cutter	3,23										9
8. Tape Hand Dispenser memiliki desain yang menarik	3,25	3							9		
9. Terdapat pengunci rol pada tape hand dispenser	2,76									9	
10. Terdapat cutter pemotong otomatis pada tape hand dispenser	2,94					3					9

**Gambar 2. Relationship Matrix**

Pemberian nilai pada *room 3* didasarkan pada keterkaitan atau seberapa kuat *customer need* dengan respon teknis yang dibuat oleh tim *design*. Satu *customer need* memiliki minimal satu keterkaitan dengan respon teknis yang dibuat. Pada gambar, setiap kebutuhan pelanggan memiliki nilai tingkat kepentingan yang didapatkan dari perhitungan data interval yang berasal dari hasil kuesioner tertutup.

### 3.5.3 Benchmarking

Tahap selanjutnya dalam pembuatan *House of Quality* adalah membuat *benchmarking* antarproduk yang dibuat oleh kompetitor. Menurut Ross (1994), secara umum manfaat yang diperoleh dari *benchmarking* dikelompokkan menjadi perubahan budaya, perbaikan kinerja, dan peningkatan kemampuan sumber daya manusia. Kompetitor dari produk *tape hand dispenser* yang dibuat adalah *tape hand dispenser* dari Joykoda Scotch. Hasil *benchmarking* harapan produk baru dengan produk kompetitor dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. Benchmarking

Gambar di atas merupakan gambar *benchmarking* yang terdapat pada HOQ. *Benchmarking* berfungsi untuk membandingkan produk yang akan dibuat oleh tim *design* dengan dua produk kompetitor. Nilai yang digunakan sebagai pembandingan merupakan nilai rata-rata data interval produk baru, JOYKO TD-2H, dan SCOTCH ST-181. Masing-masing produk digambarkan dengan simbol, yaitu segitiga untuk produk baru, lingkaran untuk JOYKO, dan persegi untuk SCOTCH. Untuk mengetahui produk mana yang lebih unggul, maka simbol-simbol diletakkan pada kolom penilaian berdasarkan nilai rata-rata interval masing-masing produk. Dari sini, diketahui produk mana yang lebih unggul dari *customer need* yang ada.

### 3.5.4 Technical benchmarking

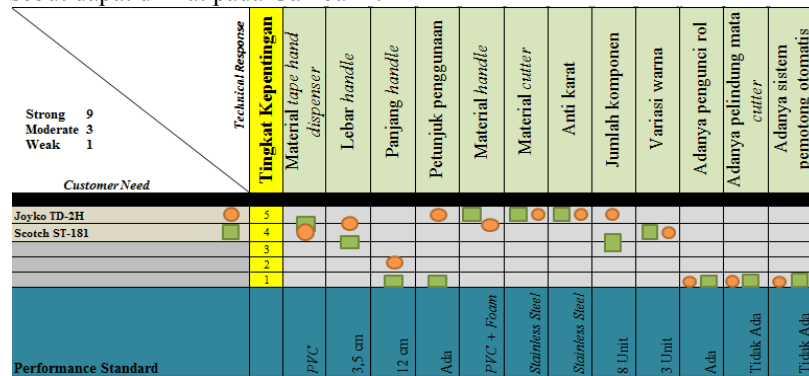
*Benchmarking* merupakan aktivitas untuk memperbaiki kualitas dengan aliansi antar *partner* untuk berbagi informasi dalam proses yang akan menstimulasi praktik inovatif dan memperbaiki kinerja. *Technical benchmarking* dari produk kompetitor *tape hand dispenser* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 4. Technical Benchmarking

Teknik	Metric	Ideal Value	Marginal Value	Satuan	Joyko TD-2H	Scotch ST-181
1	Material <i>tape hand dispenser</i>	PVC	PVC, aluminium	-	PVC	Besi
2	Lebar <i>handle</i>	3,5	3–4	Cm	3,1	3,45
3	Panjang <i>handle</i>	12	10–12,5	Cm	10	10,5
4	Petunjuk penggunaan	Ada	Ada	Subj.	Ada	Tidak ada
5	Material <i>handle</i>	PVC + Foam	PVC, besi, aluminium	-	-	Besi + Foam
6	Material <i>cutter</i>	Stainless steel	Besi, aluminium, stainless steel	-	Stainless steel	Stainless steel
7	Anti karat	Stainless steel	Besi, aluminium, stainless steel	-	Stainless steel	Stainless steel
8	Jumlah komponen	7–9	7–10	Unit	8	9
9	Variasi warna	2–3	2–4	Warna	2	2
10	Adanya pengunci rol	Ada	Tidak ada	Subj.	Tidak ada	Tidak ada
11	Adanya pelindung mata <i>cutter</i>	Tidak ada	Tidak ada	Subj.	Tidak ada	Tidak ada
12	Adanya sistem pemotong otomatis	Tidak ada	Tidak ada	Subj.	Tidak ada	Tidak ada



Pada tabel *technical benchmarking*, terdapat *metric* yang akan dijadikan sebagai jawaban dari kebutuhan pelanggan. Kolom *ideal value* merupakan kolom yang berisi nilai ideal produk yang belum tentu dapat dicapai dalam pembuatan suatu produk. Kolom *marginal value* berisi rentang nilai yang masih dapat dipertimbangkan dalam pembuatan suatu produk. Kolom kedua produk kompetitor berisi spesifikasi masing-masing produk. Room 5 menunjukkan perbandingan antar produk kompetitor. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

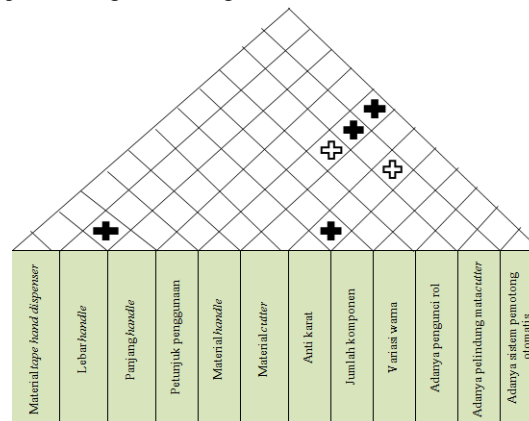


Gambar 4. Technical Benchmarking

Gambar 4. merupakan *technical benchmarking* yang terdapat pada HOQ. *Technical benchmarking* menggambarkan perbandingan kedua produk kompetitor berdasarkan *performance standard*. Kedua produk kompetitor digambarkan dengan simbol, yaitu lingkaran untuk JOYKO dan persegi untuk SCOTCH. Perbandingan kedua produk kompetitor dibuat dengan mempertimbangkan *performance standard* yang telah dibuat oleh tim *design* dan produk yang memiliki spesifikasi yang paling sesuai dengan *performance standard* simbol yang mewakili produk diletakkan pada kolom nilai 5 dan yang paling tidak sesuai diletakkan pada kolom penilaian 1.

### 3.5.5 Correlation

*Correlation* adalah pembuatan hubungan antar respon teknis yang dibuat dari tim desain. Daftar *correlation* produk *tape hand dispenser* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Correlation

Pada gambar korelasi di atas, terdapat hubungan kuat positif antara lebar *handle* dengan panjang *handle*. Hubungan tersebut memiliki arti apabila lebar *handle* ditambah, maka panjang *handle* juga akan mengalami perubahan yang menyesuaikan dengan lebar *handle*. Hubungan antara anti karat dan jumlah komponen yaitu kuat positif yang artinya apabila ingin menggunakan material anti karat maka jumlah komponen juga akan bertambah atau mengalami perubahan. Hubungan antara material *handle* dengan pengunci rol yaitu positif yang berarti apabila menggunakan pengunci rol lakban maka material *handle* juga akan berbeda jika dibandingkan dengan tidak menggunakan pengunci rol lakban.

### 3.5.6 Importance of Technical

*Importance of technical* adalah perhitungan untuk mengetahui respon teknis yang paling penting dan perlu dijadikan prioritas dalam pengembangan konsep di tahap selanjutnya. Perhitungan meliputi variabel nilai harapan pelanggan dan nilai interaksi antara pernyataan kebutuhan dengan respon teknis. Perhitungan dari *importance of technical* dilakukan dengan cara menghitung jumlah hasil kali tingkat kepentingan dengan nilai *relationship* (Room 3) per setiap kolom respon teknis sehingga pada HOQ *tape hand dispenser* didapatkan 12 nilai *importance of technical*. Perhitungan dari setiap respon teknis adalah sebagai berikut.

**Importance of Technical = (Tingkat Kepentingan 1 × Relationship Value 1) + (Tingkat Kepentingan 2 × Relationship Value 2) + (Tingkat Kepentingan n × Relationship Value n)**

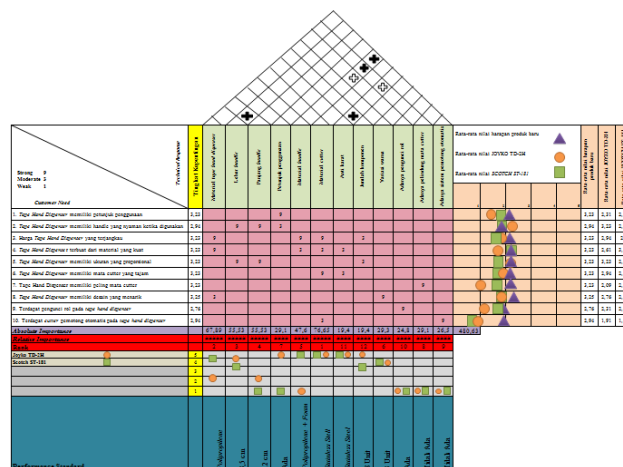
Berdasarkan hasil perhitungan *importance of technical* di atas, didapatkan total keseluruhan adalah sebesar 480,53. Kemudian, nilai tersebut digunakan untuk menghitung nilai persentase *relative importance* dari masing-masing respon teknis. Persentase nilai atau *relative importance* didapatkan dengan cara membagi nilai *absolute importance* masing-masing respon teknis dengan total nilai *absolute importance*. Setelah didapatkan masing-masing persentase, diberi *ranking* dari nilai yang paling tinggi sampai nilai yang paling rendah. *Importance of technical* dapat dilihat pada Gambar 3.6.

		Material tape hand dispenser											
		Polipropilene	3,5 cm	12 cm	Ada	Polipropilene + Foam	Stainless Steel	Stainless Steel	8 Unit	3 Unit	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
Performance Standard													
Absolute Importance		67,89	55,53	55,53	29,07	47,58	76,65	19,38	19,38	29,25	24,84	29,07	26,46
Relative Importance		14,13%	11,56%	11,56%	6,05%	9,90%	15,95%	4,03%	4,03%	6,08%	5,16%	6,05%	5,50%
Rank		2	3	4	7	5	1	11	12	6	10	8	9

Gambar 6. Importance of Technical

### 3.5.7 Interpretasi house of quality

*House of Quality* secara keseluruhan tersusun atas 8 Room, yaitu *voice of customer*, *voice of the design team*, *relationship matrix*, *benchmarking*, *technical benchmarking*, *correlations between the design characteristics*, *importance of each characteristic*, dan *percent importance*. Berdasarkan *House of Quality* dari produk *tape hand dispenser* ini, dapat dilihat bahwa nilai ekspektasi konsumen terhadap produk baru lebih tinggi dibandingkan dengan nilai dua produk kompetitor lainnya, yaitu Joyko TD-2H dan Scotch ST-181. Hal ini membuktikan bahwa konsumen memerlukan produk baru yang memiliki spesifikasi produk melebihi spesifikasi produk yang sudah ada. Berikut merupakan analisis *House of Quality* (HOQ) dari produk *tape hand dispenser*. *House of Quality* dapat dilihat pada Gambar 7.



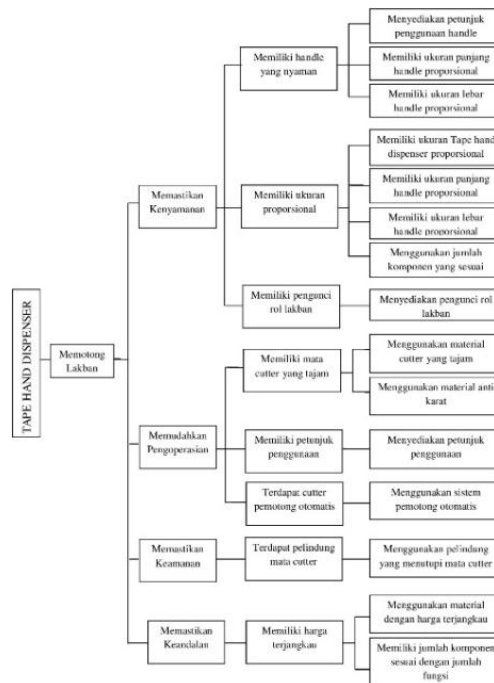
Gambar 7. House of Quality Tape Hand Dispenser

### 3.6. Pengembangan Konsep

Konsep produk merupakan gambaran singkat bagaimana produk memuaskan kebutuhan pelanggan (Ulrich, 2001). Dengan adanya konsep produk berdasarkan produk yang sudah ada, maka dapat dibuat pengembangan konsep produk *tape hand dispenser* untuk memperbaiki dan memberikan inovasi terhadap produk yang sudah ada di pasaran. Konsep yang akan dikembangkan didapat dari analisis *HOQ* dan pengembangan yang diutamakan dilakukan berdasarkan peringkat persentase kepentingan.

#### 3.6.1 Studi Spesifikasi Konsep

Perbaikan atau inovasi yang akan diberikan pada produk *tape hand dispenser* membutuhkan sistem analisis, misalnya dengan menggunakan *FAST Diagram*. *Function Analysis System Technique* atau biasa disebut dengan *FAST Diagram* adalah *tools* yang digunakan untuk menganalisis fungsi produk dalam *value analysis*. Dengan *FAST Diagram*, semua fungsi produk tersusun secara skematis mulai dari fungsi utama dan fungsi turunan. *FAST Diagram* dari produk *tape hand dispenser* ditampilkan pada Gambar 8.













Gambar 8. FAST Diagram

Setelah pembuatan *FAST Diagram*, langkah selanjutnya adalah memilih alternatif konsep. Alternatif konsep merupakan sebuah alternatif rancangan produk baru yang dimunculkan dari setiap fungsi yang dibuat sebelumnya. Tahap berikutnya adalah membuat *morphological chart* sehingga dapat dilakukan pengembangan konsep untuk mendapatkan produk yang lebih baik.

*Morphological chart* adalah suatu diagram yang membantu untuk mengidentifikasi alternatif-alternatif pemilihan atau kombinasi produk baru mengenai bentuk (Ulrich, 2012). *Morphological chart* akan menyusun secara lengkap komponen, elemen, subsolusi yang dapat dikombinasikan menjadi produk baru yang lebih baik. *Morphological chart* dari produk *tape hand dispenser* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Alternatif Konsep – *Morphological Chart*

Kriteria Fungsi	Pilihan Desain	
Material dasar	Polypropylene (A1)	PVC (A2)
		





Kriteria Fungsi	Pilihan Desain	
Material Busa <i>Handle</i>	Busa <i>Cutting</i> (B1) 	Busa <i>Mold</i> (B2) 
<i>Handle</i>	Bergerigi untuk jari tangan (C1) 	Rata (C2) 
Material <i>cutter</i>	<i>Stainless Steel</i> (D1) 	Alumunium (D2) 
Petunjuk penggunaan	Pada <i>box</i> (E1) 	Kertas (E2) 
Ukuran panjang <i>handle</i>	10 cm (F1)	12 cm (F2)
Ukuran lebar <i>handle</i>	3,5 cm (G1)	3,1 cm (G2)

### 3.7 Pemilihan Konsep

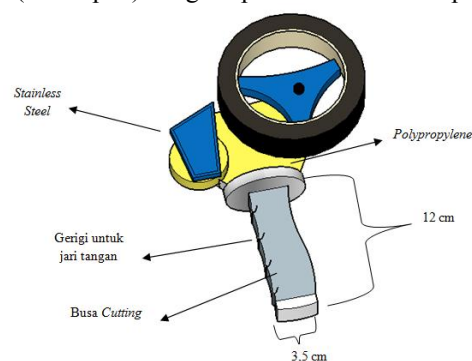
Sebelum dilakukan pemilihan konsep maka dibuat beberapa alternatif konsep yang dibuat berdasarkan *morphology chart*.. Dalam tahap ini dibuat tujuh rancangan konsep yang terdiri dari konsep A, konsep B, konsep C, konsep D, konsep E, konsep F, dan konsep G. Konsep-konsep tersebut memiliki spesifikasi yang berbeda-beda berdasarkan pada kombinasi *morphology chart*. Pemilihan konsep merupakan proses menilai konsep dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan kriteria lain. Pemilihan konsep didasarkan pada metode seleksi konsep yang disebut PUGH. PUGH *Matrix* digunakan untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan dari masing-masing alternatif konsep produk yang telah dibuat. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi dan memilih konsep terbaik yang nantinya akan dikembangkan. Setelah melakukan penyaringan dan penilaian konsep maka didapatkan konsep A sebagai konsep terpilih yang akan dikembangkan ke tahap selanjutnya. Konsep ini mempunyai spesifikasi material dasar *polypropylene*, material *handle* terbuat dari busa *cutting*, dan material *cutter* terbuat dari bahan *stainless steel*. Selain itu, terdapat gerigi pada *handle* yang berfungsi sebagai tempat jari tangan. Konsep ini juga memiliki petunjuk penggunaan berupa deskripsi yang dituliskan pada kertas. Ukuran

panjang *handle* 12 cm dan ukuran lebar *handle* 3,5 cm. Spesifikasi konsep terpilih (Konsep A) secara lebih singkat dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Spesifikasi Konsep Terpilih**  
**Konsep Terpilih A**

Spesifikasi	Keterangan	Spesifikasi	Keterangan
Material dasar	<i>Polypropylene</i> 	<i>Handle</i>	Bergerigi untuk jari tangan 
Material <i>handle</i>	<i>Busa cutting</i> 	Material <i>cutter</i>	<i>Stainless steel</i> 
Petunjuk Penggunaan	Kertas	Ukuran panjang <i>handle</i>	12 cm
		Ukuran lebar <i>handle</i>	3,5 cm

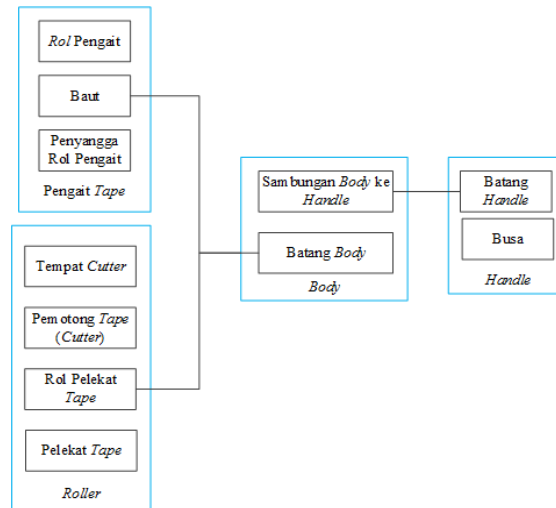
Sketsa dari konsep terpilih (Konsep A) dengan spesifikasi di atas dapat dilihat pada Gambar 3.9.



**Gambar 9. Konsep Terpilih (Konsep A)**

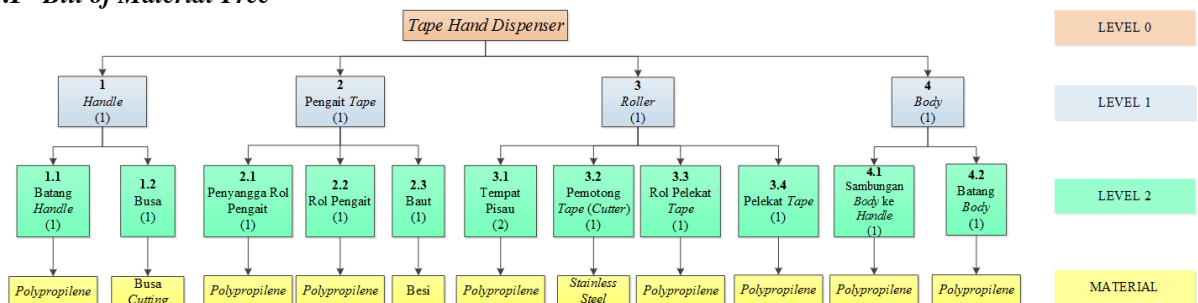
### 3.8 Desain Arsitektur

Arsitektur produk adalah penugasan elemen-elemen fungsional dari produk terhadap sekumpulan bangunan fisik (*physical building blocks*) produk. Arsitektur produk ditetapkan selama fase pengembangan konsep dan perancangan tingkat sistem. Tujuan dibuatnya arsitektur produk adalah menguraikan komponen fisik dasar dari produk, apa yang harus dilakukan komponen tersebut, dan seperti apa penghubung atau pembatas (*interface*) yang digunakan untuk peralatan lainnya. Langkah pertama adalah membuat skema produk. Skema produk *Tape Hand Dispenser* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Skema Produk Tape Hand Dispenser

### 3.8.1 Bill of Material Tree



Gambar 11. Bill of Material Tree

Berdasarkan BOM Tree diatas, dapat dilihat bahwa *tapehanddispenser* terdiri dari empat bagian utama, yaitu *handle*, pengait *tape*, *roller*, dan *body*. *Handle* *tapehanddispenser* dibagi menjadi dua level *breakdown*, yaitu batang *handle* yang terbuat dari *polypropylene* dan busa yang terbuat dari busa *cutting*. Pengait *tape* tersusun dari rol pengait yang terbuat dari *polypropylene* dan baut untuk menyambungkan dengan *body* yang terbuat dari besi. Bagian yang ketiga adalah *roller* yang tersusun dari tempat pisau berbahan dasar *polypropylene*, *cutter* berbahan dasar *stainlesssteel*, rol pelekat *tape* berbahan dasar *polypropylene*, dan pelekat *tape* berbahan dasar *polypropylene*. Bagian terakhir yaitu *body* yang terdiri dari batang *body* yang terbuat dari *polypropylene* dan sambungan *body* ke *handle* yang juga terbuat dari *polypropylene*.

### 3.8.2 Bill of Material Table

Tabel 7. Bill of Material Table

No.	Komponen	Jumlah	Dimensi	Material	Keterangan
1	Handle				
1.1	Batang Handle	1	Panjang = 12,67 cm Diameter = 3,29 cm	Polypropylene	Beli
1.2	Busa	1	Panjang = 10,33 cm Lebar = 12 cm Ketebalan = 0,5 cm	Busa Cutting	Beli
2	Pengait Tape				
2.1	Penyangga Rol Pengait	1	Panjang = 5 cm Diameter = 0,5 mm	Polypropylene	Beli
2.2	Rol Pengait	1	Lebar = 2,5 cm Diameter = 8 cm	Polypropylene	Beli
2.3	Baut	1	-	Besi	Beli
3	Roller				
3.1	Tempat Pisau	2	Panjang = 4,5 cm Lebar = 5,5 cm	Polypropylene	Beli



No.	Komponen	Jumlah	Dimensi	Material	Keterangan
3.2	Pemotong Tape (Cutter)	1	Panjang = 4 cm Lebar = 5 cm	Stainless Steel	Beli
3.3	Rol Pelekat Tape	1	Diameter = 2,5 cm Lebar = 5 cm	Polypropylene	Beli
3.4	Pelekat tape	1	Panjang = 4 cm Lebar = 0,7 cm Ketebalan = 0,3 cm	Polypropylene	Beli
4	Body				
4.1	Sambungan Body ke Handle	1	Ketebalan = 0,4 cm Diameter = 8 cm	Polypropylene	Beli
4.2	Batang Body	1	Panjang = 10 cm Lebar atas = 10 cm Lebar bawah = 8 cm Ketebalan = 0,5 cm	Polypropylene	Beli



Produk *tapehanddispenser* memiliki 4 bagian, yaitu *handle*, pengait *tape*, *roller*, dan *body*. Berikut merupakan penjelasan dari setiap bagian:

1. Bagian *handle* berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk menggenggam *tape hand dispenser*. *Handle* memiliki dua bagian, yaitu batang *handle* yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran P=12,67 cm dan D= 3,29 cm dan busa yang terbuat dari material busa *cutting* dengan ukuran P= 10,33 cm, L= 12 cm, dan K= 0,5 cm.
2. Bagian pengait *tape* digunakan untuk mengaitkan *tape* pada *tape hand dispenser*. Pengait *tape* terdiri dari penyangga rol pengait yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran P= 6,5 cm dan D= 0,5 cm, rol pengait yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran L= 5 cm dan D= 8 cm, dan baut yang terbuat dari material besi.
3. Bagian *roller* berfungsi untuk merekatkan *tape* pada benda yang akan dikaitkan menggunakan *tape* dan sebagai tempat pisau pemotong (*cutter*). *Roller* terdiri dari tempat pisau yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran P= 4,5 cm dan L= 5,5 cm, pisau pemotong (*cutter*) yang terbuat dari material *stainless steel* dengan ukuran P= 4 cm dan L= 5 cm, rol pelekat *tape* yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran D= 2,5 cm dan L= 5 cm, dan pelekat *tape* yang terbuat dari material *polypropylene*.
4. Bagian *body* berfungsi sebagai penyangga dan penguat *tape hand dispenser*. *Body* terdiri dari sambungan *body* ke *handle* yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran K= 0,4 cm dan D= 8 cm dan batang *body* yang terbuat dari material *polypropylene* dengan ukuran P= 10 cm, LA= 10 cm, LB= 8 cm, dan K= 0,5 cm.

### 3.8.3 Analisis Antropometri

Antropometri merupakan studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Wignjosebroto, 2008). Dimensi tubuh manusia memiliki ukuran yang berbeda-beda sehingga penerapan ilmu antropometri sangat berguna dalam pembuatan dan perancangan suatu produk. Data antropometri tersebut dapat digunakan untuk desain produk agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya. Perancangan produk *tape hand dispenser* ini menggunakan data antropometri 36 dimensi tubuh manusia yang dikemukakan oleh Nurmianto. Prinsip antropometri yang berpengaruh dalam perancangan *tape hand dispenser* adalah D28 yang merupakan dimensi panjang tangan dan D29 yang merupakan dimensi lebar tangan. Dimensi panjang tangan mempengaruhi ukuran diameter (lebar) *handle* yang akan dibuat, sedangkan dimensi lebar tangan mempengaruhi ukuran panjang *handle* pada produk *tape hand dispenser*. Dimensi D28 dan D29 beserta ukurannya berdasarkan masing-masing persentil dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Data Antropometri PATCH THD-01**

Dimensi	Bagian	5 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>	SD	Allowance	Dimensi Akhir
D28 Dimensi Panjang Tangan 	Diameter handle	16,42	18.07	19.71	1.99	0	16,42
D29 Dimensi Lebar Tangan 	Panjang handle	9.38	11.02	12.67	3.04	0	12,67

Pada perancangan produk *tape hand dispenser*, D28 (dimensi panjang tangan) mempengaruhi bagian diameter *handle* pada produk *tape hand dispenser*. Dimensi D28 menggunakan persentil 5<sup>th</sup> dengan ukuran 16,42 cm karena pada prinsip antropometri gengaman tangan, *handle* lebih nyaman digenggam apabila memiliki ukuran yang kecil. Dengan persentil 5<sup>th</sup>, manusia yang memiliki ukuran tubuh terlalu kecil dapat menggunakan produk *tape hand dispenser* dengan nyaman dan manusia yang memiliki ukuran tubuh yang besar tetap dapat menggunakan produk *tape hand dispenser*. *Allowance* yang diberikan pada dimensi panjang tangan bernilai nol karena saat menggunakan *tape hand dispenser*, konsumen tidak perlu menggunakan alat pengaman pada tangan, seperti sarung tangan, sehingga ukuran dimensi akhir panjang tangan adalah 16,42 cm.

Selain itu ukuran yang mempengaruhi panjang *handle* pada produk *tape hand dispenser* adalah dimensi D29 (dimensi lebar tangan). Dimensi lebar tangan menggunakan persentil 95<sup>th</sup> dengan ukuran 12,67 cm karena pada prinsip antropometri gengaman tangan, panjang *handle* akan lebih nyaman digenggam ketika memiliki ukuran yang lebih panjang daripada ukuran lebar tangan. Dengan persentil 95<sup>th</sup>, manusia yang memiliki ukuran tubuh terlalu besar dapat menggunakan produk *tape hand dispenser* dengan nyaman dan manusia yang memiliki ukuran tubuh yang kecil tetap dapat menggunakan produk *tape hand dispenser*. *Allowance* yang diberikan pada dimensi lebar tangan bernilai nol karena saat menggunakan *tape hand dispenser*, konsumen tidak perlu menggunakan alat pengaman pada tangan seperti sarung tangan, sehingga ukuran dimensi akhir panjang tangan adalah 12,67 cm. Desain akhir Patch THD-01 dapat dilihat pada gambar 12.





Gambar 12. Desain Akhir Tape Hand Dispenser

### 3.9 Desain Industri

Desain industri merupakan jasa profesional dalam menciptakan dan mengembangkan konsep dan spesifikasi guna mengoptimalkan fungsi, nilai, penampilan produk, serta sistem untuk mencapai keuntungan yang mutual antara pemakai dan produsen. Desain industri akan membahas mengenai analisis produk dari segi *ergonomic*, estetika, dan rencana *packaging* dari produk yang telah dirancang sebelumnya.

#### 3.9.1 Analisis Aspek Ergonomis

Aspek ergonomis berarti suatu produk dimana desain proporsinya sesuai dengan pekerja ketika digunakan. Menurut hasil kuesioner yang telah disebar, *tape hand dispenser* merupakan alat pemotong *tape* yang dapat dikategorikan sebagai produk yang sering digunakan oleh para pengguna di industri oleh-oleh, percetakan, jasa pengiriman, dan supermarket. Oleh karena itu, aspek ergonomis perlu diperhatikan untuk memastikan kenyamanan pengguna.

Pada aspek ergonomis, akan dibahas mengenai produk *tape hand dispenser* dari segi *visual ergonomics*, postur kerja, coupling, dan *safetyhealth*. Berikut merupakan analisis aspek ergonomis dari produk *tape hand dispenser*.

##### 1. Visual Ergonomics

*Visual ergonomics* memungkinkan untuk menggabungkan hubungan antara indera manusia, pekerjaan, dan lingkungan di sekitar pekerjaan. Analisis aspek *visual ergonomics* dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 9. Visual Ergonomics PATCH THD-01

Aspek Ergonomis	Level Kepentingan	Penjelasan
Visual Ergonomics	<p>Rendah Menengah Tinggi</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p>	<p>Produk <i>tape hand dispenser</i> dari segi <i>visual ergonomic</i> memiliki desain batik yang menarik, dimana komponen utama terdiri dari dua warna utama, yaitu hijau dan putih, sehingga produk mudah dikenali. Produk ini harus mudah dikenali agar konsumen tidak susah untuk mencari <i>tape hand dispenser</i> pada saat pengemasan produk lain. Bentuk yang dimiliki juga <i>simple</i> sehingga pengguna tidak kebingungan saat mengoperasikannya.</p>

##### 2. Postur Kerja

Berdasarkan prinsip ergonomi, maka dampak produk terhadap kenyamanan postur operator merupakan hal paling penting yang harus dianalisis dalam perancangan produk. Dalam penentuan dimensi

produk, diperlukan ukuran-ukuran produk yang didasarkan pada data dimensi antropometri sesuai dengan dimensi tubuh yang berpengaruh terhadap penggunaan produk. Aspek ergonomi postur kerja dan antropometri dapat dilihat pada Tabel 10.

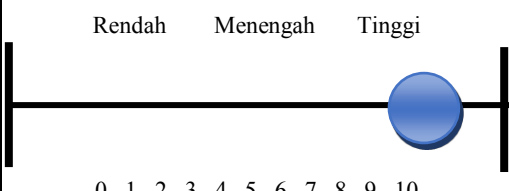
**Tabel 10. Postur Kerja Dan Antropometri PATCH THD-01**

Aspek Ergonomis	Level Kepentingan	Penjelasan
Postur Kerja dan Antropometri		Bentuk dasar dari produk <i>tape hand dispenser</i> dipertimbangkan dari dua aspek antropometri tubuh manusia. Ukuran produk telah disesuaikan dengan dimensi-dimensi tubuh yang digunakan dalam produk, yaitu ukuran panjang tangan dan lebar tangan. Postur kerja dan antropometri dipertimbangkan agar konsumen dapat menggunakan produk dengan nyaman walau dalam waktu yang cukup lama.

### 3. Coupling

Penentuan kenyamanan kerja memerlukan kenyamanan dalam genggam tangan yang biasa disebut dengan *coupling*. Analisis aspek ergonomi *coupling* dalam perancangan produk *tape hand dispenser* dapat dilihat pada Tabel 11.

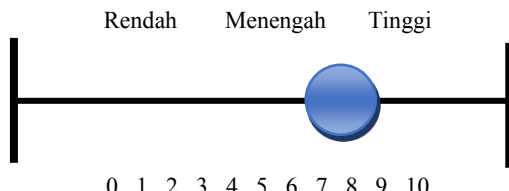
**Tabel 11. Coupling PATCH THD-01**

Aspek Ergonomis	Level Kepentingan	Penjelasan
Coupling		Bentuk <i>coupling</i> produk <i>tape hand dispenser</i> termasuk dalam kategori <i>good</i> karena <i>coupling</i> berbentuk silinder dan terdapat lekukan-lekukan yang digunakan untuk tempat jari-jari tangan saat menggenggam sehingga dapat digenggam dengan kuat dan nyaman.

### 4. Safety and Health

Aspek keamanan berarti aspek terhadap produk dirancang sedemikian rupa sehingga tidak melukai penggunaannya. Analisis keselamatan dan kesehatan kerja bertujuan untuk menentukan tingkat kepentingan dari nilai keselamatan dan kesehatan kerja. Analisis aspek ergonomi keselamatan dan kesehatan penggunaan dapat dilihat pada Tabel 12.

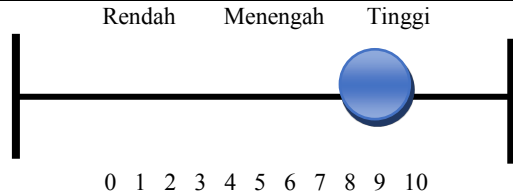
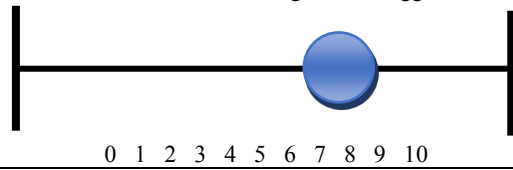
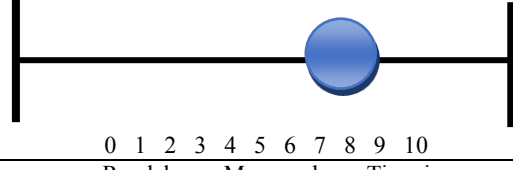
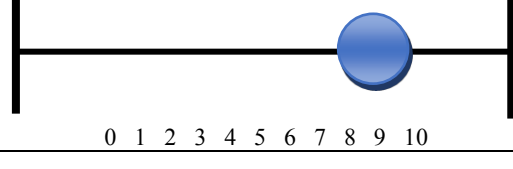
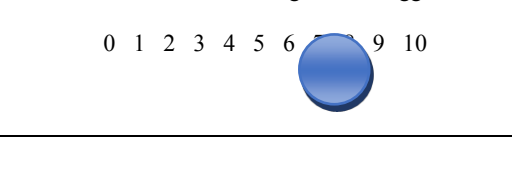
**Tabel 12. Keselamatan dan Kesehatan Penggunaan PATCH THD-01**

Aspek Ergonomis	Level Kepentingan	Penjelasan
Keselamatan dan Kesehatan Penggunaan		Produk <i>tape hand dispenser</i> telah dirancang dengan mempertimbangkan ukuran dimensi tubuh manusia sehingga nyaman saat digunakan dan meminimalisir resiko cedera dan kelelahan akibat pembebanan. Selain itu, produk telah dipertimbangkan sedemikian rupa agar mata <i>cutter</i> pada produk tidak membahayakan konsumen setiap melakukan pengemasan produk.

## 3.9.2 Analisis Aspek Estetika

Aspek estetika adalah aspek yang membahas bagaimana keindahan bisa terbentuk dan bagaimana pengguna dapat merasakannya. Estetika lebih memperhatikan seni dari produk tersebut. Estetika tidak mengganggu fungsi dari suatu produk. Analisis aspek estetika dari produk *tape hand dispenser* dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13. Aspek Estetika PATCH THD-01**

Aspek Estetika	Level Kepentingan	Penjelasan
Bentuk Dasar		Bentuk dasar <i>tape hand dispenser</i> minimalis, tidak menggunakan banyak ruangan untuk disimpan, dan nyaman untuk digunakan karena <i>handle</i> bergerigi.
Warna		Dari segi warna, produk <i>tape hand dispenser</i> ini memiliki warna yang menarik dan mengusung konsep <i>green industry</i> yang ditandai dengan penggunaan warna hijau.
Mode / Kesan		Produk <i>tape hand dispenser</i> ini terlihat lebih memiliki nilai tambah dibandingkan dengan kompetitor karena memiliki <i>handle</i> yang bergerigi, warna yang menarik, pola unik, dan bentuk yang minimalis.
Budaya		Desain produk <i>tape hand dispenser</i> menggunakan pola batik agar terlihat lebih menarik dan memanfaatkan kearifan lokal.
Nama Produk		Produk <i>tape hand dispenser</i> yang diberi nama PATCH THD-01 memiliki filosofi bahwa produk akan selalu membuat kenyamanan kepada pengguna dengan menempelkan <i>tape</i> dengan baik dan benar.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengolahan QFD diperoleh atribut perancangan produk *Tape Hand Dispenser* yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi adalah material dari *cutter* pada *Tape Hand Dispenser* dengan nilai 15,95%. Hal ini dapat menjadi prioritas pertama sebagai acuan perencanaan dan pengembangan rancangan produk *Tape Hand Dispenser*. Setelah pengolahan menggunakan metode QFD yang digambarkan dengan HOQ, dilakukan tahap pengembangan konsep yang berisi studi pemilihan spesifikasi konsep dengan FAST Diagram, kemudian menggunakan *Morphological chart* untuk membantu mengidentifikasi alternatif-alternatif pilihan atau kombinasi material sebagai acuan rancangan produk baru. Tahap pemilihan konsep dilakukan dengan menggunakan PUGH *Matrix* sehingga terpilih rancangan konsep A. Dari tahap ini, didapatkan satu konsep terpilih yang akan dikembangkan ke tahap berikutnya. Tahapan berikutnya adalah menganalisis desain arsitektur yang didalamnya terdiri dari BOM *Tree*, BOM *Table*, desain produk yang dikembangkan, dan analisis antropometri. Tahap terakhir adalah analisis desain industri yang terdiri dari analisis aspek ergonomis dan analisis aspek estetika. Dari tahap analisis desain industri didapatkan analisis aspek ergonomis antara lain *visual ergonomics*, postur kerja dan antropometri, faktor *coupling*, dan analisis aspek kesehatan dan keselamatan penggunaan. Dari tahap analisis desain industri menganalisis bagian bentuk dasar, warna, mode/kesan, budaya dan nama produk.

## **PUSTAKA**

- Ulrich, Karl T. dan Steven D. Eppingger. (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Surabaya: Salemba Teknik.
- Tampomas, Husein. (2003). *SUU: Sistem Persamaan Linear Statistika*. Jakarta : Grasindo.

## QUALITY CONTROL UNTUK PRODUKSI SPARE PART PADA PT. YPTI DIVISI PLASTIC INJECTION MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

Nia Swastika Eryan<sup>\*1)</sup>, Rahmaniyah Dwi Astuti<sup>\*2)</sup>, Retno Wulan Damayanti<sup>\*3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36A Jebres, Surakarta

Email: niaswastikaa@gmail.com

### ABSTRAK

Perkembangan dunia industri yang sangat pesat menyebabkan persaingan bisnis yang semakin ketat. Salah satu aspek yang diperhatikan adalah kualitas, sehingga mengakibatkan perusahaan saling berlomba untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus memiliki jaminan kualitas yang tinggi. Kualitas juga dapat menarik minat konsumen, dengan menghasilkan spesifikasi produk yang terbaik. PT. YPTI Divisi *Plastic Injection* merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi produk yang disesuaikan dengan permintaan konsumen atau *make to order*, salah satunya adalah *Center Cap D22D*. Tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *six sigma* DMAIC terdiri dari lima langkah, yaitu *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve* dan *Control*. Hasil dari penelitian ini terdapat 8 jenis *defect* meliputi *silver*, *short shoot*, bintik, *sink mark*, *flow mark*, *getting*, *over pack* dan *plating*. Jenis *defect* terbesar adalah *getting* sebesar 57,79%. Sesuai dengan prinsip pareto apabila masalah *getting* dapat teratasi, permasalahan mengenai total keseluruhan produk *reject* dapat teratasi. Dari hasil perhitungan pada tabel DPMO, produksi ini memiliki nilai *sigma* 1,52 dengan kemungkinan kerusakan sebesar 485.612 untuk sejuta produksi. Dengan *cause-effect diagram*, dapat diketahui bahwa penyebab dari *getting* adalah posisi *nozzle* bergeser, ketersediaan material pada *hopper* habis, produk terkena *air chiller*, penggunaan material *crusher*, dan instruksi kerja kurang lengkap.

**Kata kunci:** DMAIC; kualitas; pengendalian kualitas; six sigma

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri pada masa ini sangatlah pesat. Hal itu menyebabkan persaingan bisnis yang semakin ketat. Salah satu aspek terpenting yang harus diperhatikan untuk memperkuat daya saing pada tiap perusahaan adalah kualitas. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus memiliki jaminan kualitas yang tinggi. Pengendalian kualitas adalah salah satu variabel yang harus dilakukan dalam rangka menjaga serta memperbaiki produk yang dihasilkan. Tanpa adanya pengendalian kualitas, produk akan menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan. Apabila penyimpangan-penyimpangan tidak diketahui secara rinci oleh perusahaan, maka perbaikan tidak bisa dilakukan. Sehingga penyimpangan akan selalu terjadi. Sebaliknya, apabila pengendalian kualitas dapat dilaksanakan dengan baik maka setiap terjadi penyimpangan dapat langsung diperbaiki dan dapat digunakan untuk perbaikan proses produksi dimasa yang akan datang.

PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak di bidang manufaktur, khususnya pada pembuatan *mold* (cetakan) suatu produk dan *spare part* untuk kebutuhan mesin- mesin industri, otomotif serta produk *plastic injection*. PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri memproduksi produk yang disesuaikan dengan permintaan konsumen atau *make to order*, salah satunya adalah *Center Cap D22D*. PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri memproduksi produk yang disesuaikan dengan permintaan konsumen atau *make to order*. Perusahaan ini menerapkan sistem *fault product* pada kegiatan produksinya. Jadi, apabila terdapat produk yang tidak memenuhi standar maka akan langsung dibuang. Produk-produk yang dihasilkan akan dilakukan pengecekan kualitas secara manual dengan tenaga manusia. Pada divisi *plastic injection* rata-rata memproduksi 1.000.000 produk setiap bulannya dengan persentase produk *reject*  $\pm 25\%$  untuk seluruh produk. Dengan persentase produk *reject* yang besar, hal ini akan mengakibatkan kerugian besar bagi perusahaan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan untuk mempertahankan kepercayaan pelanggan mengenai kualitas produk yang dihasilkan, maka perlu dilakukan analisis penyebab dari terjadinya ketidaksesuaian kualitas produk terhadap syarat atau standar yang telah ditentukan, yaitu berupa

kecacatan pada suatu bagian pada produk. Untuk menganalisis pengendalian kualitas pada produk tersebut dapat digunakan metode *six sigma*. Menurut Vanany dan Emilasari (2007), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas six sigma terdiri dari lima fase yaitu menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*). Six sigma dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual. Dengan menerapkan metode six sigma secara tepat, diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Six sigma merupakan cara pendekatan kualitas terhadap Total Quality Management (TQM). Pada umumnya sistem pengendalian kualitas seperti TQM dan lain-lain hanya menekankan pada upaya peningkatan terus menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen. Sistem tersebut tidak memberikan solusi yang tepat mengenai terobosan-terobosan atau langkah-langkah yang seharusnya dilakukan untuk menghasilkan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan = 0 (*zero defect*). Menurut Gaspersz (2005:310), six sigma adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Jadi, six sigma merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatic yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Six sigma dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual.

Menurut Pete dan Holpp (2002), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan six sigma terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyze, Improve* and *Control*.

### A. Define

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas six sigma. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Tanggung jawab dari definisi proses bisnis kunci berada pada manajemen.

### B. Measure

Measure merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas six sigma. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas kunci.
2. Mengembangkan rencana pengumpulan data.
3. Pengukuran baseline kinerja pada tingkat output.

### C. Analyze

Merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas six sigma. Ada beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap ini yaitu:

1. Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses.
2. Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas kunci.
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas.

### D. Improve

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan.

### E. Control

Menurut Susetyo (2011), control merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan six sigma. Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Define

1. Mendefinisikan masalah-masalah standar kualitas atau mendefinisikan penyebab-penyebab *defect* pada produk *Center Cap D22D*. Ada 8 penyebab masalah dalam menghasilkan produk *Center Cap D22D* diidentifikasi sebagai berikut:
  - a. *Silver*

*Silver* merupakan jenis *defect* yang jarang terjadi. Pada *defect* ini ditandai dengan terdapatnya tanda bercak atau goresan yang berwarna silver. Panjang goresan ini tidak menentu, jadi dapat berukuran panjang maupun pendek. *Defect* ini berada pada permukaan produk *Center Cap D22D*.
  - b. *Short shoot*

*Shoot short* merupakan jenis *defect* yang biasanya terjadi pada awal produksi. *Shoot short* merupakan *defect* pada produk yang berupa ketidakutuhan kondisi pada produk tersebut. Ketidakutuhan tersebut ditandai dengan produk *Center Cap D22D* tidak tercetak dengan sempurna. Sehingga produk *Center Cap D22D* akan terlihat dengan jelas jika mengalami *defect shoot short*.
  - c. *Bintik*

*Bintik* merupakan jenis *defect* yang ditandai dengan terlihatnya titik hitam pada permukaan produk *Center Cap D22D*. Walaupun warna dari produk *Center Cap D22D* juga hitam, tetapi warna titik hitam dari jenis *defect bintik* ini berbeda. Pemeriksaan jenis *defect bintik* ini dibantu dengan menggunakan lampu tambahan, sehingga langsung dapat diidentifikasi kecacatannya.
  - d. *Sink Mark*

*Sink mark* merupakan jenis *defect* yang ditandai dengan permukaan produk *Center Cap D22D* terlihat tidak rata. Ketidakrataan pada permukaan produk *Center Cap D22D* ini dapat dilihat bahwa permukaan produk mencekung atau biasa disebut dengan *dekong*.
  - e. *Flow Mark*

*Flow mark* merupakan jenis *defect* yang berupa produk *Center Cap D22D* terdapat berkas aliran material sehingga terlihat bergelombang dan bergaris. *Defect* ini berada pada permukaan produk *Center Cap D22D*. Pemeriksaan jenis *defect flow mark* ini dibantu dengan menggunakan lampu tambahan agar dapat memudahkan operator. Karena jenis *defect* ini tidak terlihat terlalu jelas jika tanpa menggunakan bantuan lampu tambahan.
  - f. *Getting*

*Getting* merupakan jenis *defect* yang berupa terdapat garis semburan di permukaan produk *Center Cap D22D*. Garis semburan ini dimulai dari sisi *gate point*. *Gate point* adalah titik awal mula dimana material diinjeksikan ke *molding* dari *nozzle*. Pemeriksaan jenis *defect getting* ini juga dibantu dengan menggunakan lampu tambahan agar dapat memudahkan operator. Karena jenis *defect* ini tidak terlihat terlalu jelas jika tanpa menggunakan bantuan lampu tambahan.
  - g. *Over Pack*

*Over pack* merupakan jenis *defect* yang ditandai dengan kelebihan material yang membeku pada luar cetakan produk *Center Cap D22D*. Sehingga produk *Center Cap D22D* tidak berbentuk sesuai dengan *design* awalnya.
  - h. *Plating*

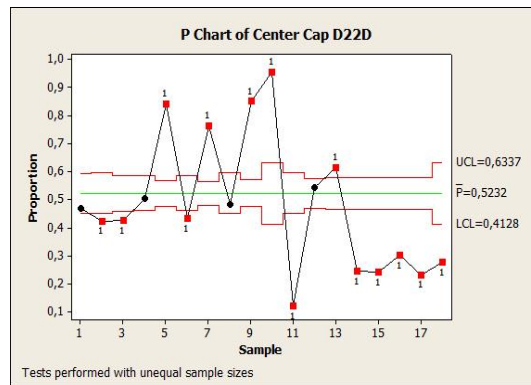
*Plating* merupakan jenis *defect* yang berupa sisa-sisa material yang menempel pada produk *Center Cap D22D*.
2. Mendefinisikan rencana tindakan yang harus dilakukan berdasarkan hasil observasi dan analisis penelitian adalah:
  - a. Pengecekan dan perbaikan pada mesin secara berkala.
  - b. Pengawasan oleh *leader* yang lebih ketat.
  - c. Peningkatan kualitas kerja operator.

3. Menetapkan sasaran dan tujuan peningkatan kualitas six sigma berdasarkan hasil observasi, yaitu mengurangi atau menekan produk cacat dari 52,28% hingga mendekati 0%. Dengan nilai persentase yang cukup tinggi, maka apabila persentase tersebut dapat ditekan seminimal mungkin, maka dapat menaikkan tingkat produksi produk *Center Cap D22D* yang lolos inspeksi serta dapat meningkatkan keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan.

B. *Measure*

Dalam tahap *measure*, pengukuran dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

1. Analisis Diagram Kontrol (*P-Chart*)



Gambar 1. Diagram kontrol (*P-Chart*)

Pada gambar 1 terlihat bahwa hanya empat data yang terdapat didalam batas kontrol. Sedangkan 14 data yang lainnya terdapat diluar batas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas produk *Center Cap D22D* yang dihasilkan tidak sesuai dengan batas kontrol atas maupun bawah yang sudah ditentukan.

2. Tahap Pengukuran Tingkat Six Sigma dan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

Tabel 1. Perhitungan DPMO dan nilai sigma produk *Center Cap D22D*

Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	DPU	DPMO	Nilai Sigma
03-Nov-16	438	206	0,47032	470320	1,57
	417	177	0,42446	424460	1,69
04-Nov-16	560	238	0,42500	425000	1,69
	584	294	0,50342	503425	1,49
	1099	926	0,84258	842584	0,49
05-Nov-16	590	256	0,43390	433898	1,67
	1280	980	0,76563	765625	0,78
	421	204	0,48456	484561	1,54
06-Nov-16	988	842	0,85223	852227	0,45
	187	179	0,95722	957219	0
23-Nov-16	428	52	0,12150	121495	2,67
	805	439	0,54534	545342	1,39
	678	418	0,61652	616519	1,2
24-Nov-16	706	174	0,24646	246459	2,19
	672	162	0,24107	241071	2,2
	672	202	0,30060	300595	2,03
25-Nov-16	678	158	0,23304	233038	2,23
	184	51	0,27717	277174	2,09
Rata-rata				485612	1,52

Dari hasil perhitungan pada tabel 2, bagian produksi produk *Center Cap D22D* memiliki tingkat sigma 1,52 dengan kemungkinan kerusakan sebesar 485.612 produk untuk sejuta produksi. Hal ini tentunya menjadi sebuah kerugian yang sangat besar apabila tidak ditangani



sebab semakin banyak produk yang gagal dalam proses produksi tentunya mengakibatkan pembengkakan biaya produksi.

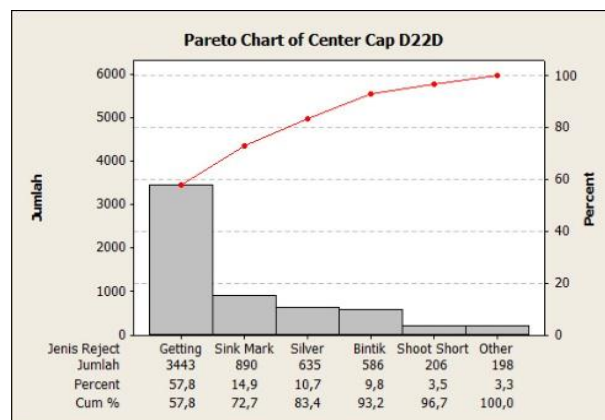
C. Analyze

1. Diagram Pareto

Setelah dilakukan perhitungan persentase jumlah jenis *defect* maka didapat bahwa jumlah jenis *defect* terbesar adalah pada jenis *defect getting* yaitu dengan persentase sebesar 57,79% dari keseluruhan total *defect* yang terjadi.

Tabel 2. Persentase per jenis *defect*

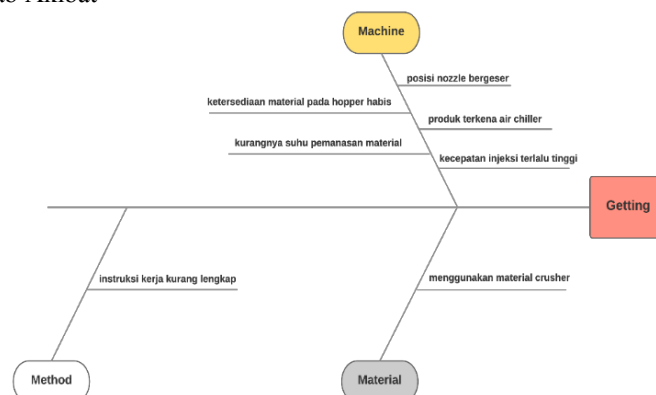
Jenis Defect	Jumlah	Persentase	Persentase Kumulatif
Silver	635	10,66%	10,66%
Short Shoot	206	3,46%	14,12%
Bintik	586	9,84%	23,95%
Sink Mark	890	14,94%	38,89%
Flow Mark	56	0,94%	39,83%
Getting	3443	57,79%	97,62%
Over Pack	133	2,23%	99,85%
Plating	9	0,15%	100,00%
<b>Total</b>	<b>5958</b>	<b>100,00%</b>	



Gambar 2. Diagram pareto

Sesuai dengan prinsip pareto 80/20, yaitu 80% permasalahan disebabkan oleh 20% penyebab, maka apabila masalah *getting* dapat teratasi maka permasalahan mengenai total keseluruhan produk reject yang mengalami *defect* dapat teratasi. Sehingga perusahaan dapat menanggulangi agar kesalahan-kesalahan tersebut tidak terulang kembali.

2. Diagram Sebab Akibat



Gambar 3. Diagram sebab akibat

Berdasarkan diagram sebab akibat, berikut ini adalah faktor-faktor yang menyebabkan produk *defect getting*, yaitu sebagai berikut

a. Faktor Mesin

Pada faktor mesin, terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab terjadinya produk cacat dengan jenis *getting*, antara lain:

1) Posisi *nozzle* bergeser

*Nozzle* adalah komponen yang digunakan untuk menyemprotkan material ke *molding*. Posisi *nozzle* bergeser ini menghambat proses produksi yang sedang berlangsung.

2) Ketersediaan material pada *hopper* habis

*Hopper* merupakan tempat penampungan material awal yang akan di proses menjadi produk *Center Cap D22D*. Jumlah material pada *hopper* harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Jumlah material pada *hopper* minimal menyentuh garis yang telah ditentukan. Apabila kurang mengakibatkan material tidak keluar, sehingga menghambat proses *input* material ke *barrel*.

3) Produk terkena *air chiller*

*Air chiller* merupakan saluran yang terdapat dalam mesin *chiller*. Mesin *chiller* ini bertujuan untuk mendinginkan mesin *injection* agar tidak terjadi *overheating*. Apabila pengaturan tidak tepat, maka *air chiller* mengalami kebocoran. Sehingga dapat masuk ke dalam mesin *injection* yang secara langsung akan berimbas pada *molding*.

4) Kurangnya suhu pemanasan material

Apabila suhu pemanasan tidak tepat, maka material tidak dapat mencair secara sempurna. Suhu pemanasan ini disesuaikan dengan titik leleh dari material tersebut.

5) Kecepatan injeksi terlalu tinggi

Apabila kecepatan injeksi terlalu tinggi, maka waktu yang diperlukan untuk *pull back* akan berkurang. Keadaan ini akan merubah pengaturan mesin *injection* dan material, yang berarti juga merubah siklus proses produksi.

b. Faktor Material

Pada faktor material, yang menjadi penyebab dari *defect getting* adalah penggunaan material jenis *crusher* yang berlebihan. Perbandingan penggunaan material antara jenis *crusher* dan jenis *ori* yang tepat adalah 2:1. Dikarenakan banyaknya produk *reject* maka semakin banyak pula produk *reject* yang mengalami proses *crusher*. Hal tersebut mengakibatkan *stock* material jenis *ori* untuk produk *Center Cap D22D* semakin menipis. Sehingga mayoritas material yang digunakan menggunakan material jenis *crusher*.

c. Faktor Metode

Faktor metode merupakan faktor berikutnya yang menjadi penyebab dari *defect getting*. Metode yang dimaksud adalah metode yang tertera pada instruktur kerja dan SOP yang tersedia pada masing-masing mesin yang beroperasi. Pada instruktur kerja belum tertera aturan operator untuk mengisi material ke *hopper* secara berkala. Sehingga operator sering terlambat dalam proses pengisian material ke dalam *hopper* yang mengakibatkan ketersediaan material pada *hopper* habis.

D. Improve

Setelah mengetahui penyebab kecacatan atas produk *Center Cap D22D*, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan perbaikan secara umum dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk *Center Cap D22D* sebagai berikut:

Tabel 3. Usulan tindakan perbaikan

Faktor Utama	Faktor Penyebab	Usulan Tindakan Perbaikan
Faktor Mesin	1. Posisi <i>nozzle</i> bergeser	1. <i>Set-up</i> mesin dan <i>mold</i> sebelum mulai produksi 2. Penggantian <i>nozzle</i> dikarenakan <i>nozzle</i> sudah aus
	2. Ketersediaan material pada <i>hopper</i> menipis	1. Sebelum mulai produksi, menyiapkan material cadangan di dekat <i>hopper</i> 2. Memastikan bahwa <i>stock</i> material pada palet tidak kosong

Faktor Utama	Faktor Penyebab	Usulan Tindakan Perbaikan
	3. Produk terkena <i>air chiller</i>	1. Melakukan <i>trial</i> hingga menemukan pengaturan yang pas serta memeriksa 2. Memastikan kondisi mesin <i>chiller</i> dalam keadaan baik (tidak bocor)
	4. Kurangnya suhu pemanasan material	Melakukan penaikan suhu pemanasan sesuai dengan pengaturan awal. Apabila dengan besar pengaturan awal masih tidak sesuai, maka penaikan suhu disesuaikan dengan kondisi saat itu.
	5. Kecepatan injeksi terlalu tinggi	Mengurangi kecepatan injeksi. Besar pengurangan kecepatan injeksi disesuaikan dengan kondisi saat itu.
Faktor Material	Penggunaan material jenis crusher yang berlebihan	1. Memastikan proses <i>mixing</i> antara material jenis <i>crusher</i> dengan material jenis ori dengan perbandingan yang tepat, yaitu 2:1 2. Pemakaian material jenis <i>crusher</i> diminimalisir.
Faktor Metode	Instruksi kerja kurang lengkap	1. Memberikan tambahan prosedur dengan ukuran huruf yang lebih besar dibanding yang lainnya. 2. Menginfokan kepada leader agar melakukan penambahan materi saat briefing awal dengan operator.

#### E. Control

Merupakan tahap analisis terakhir dari proyek six sigma yang menekankan pada pendokumentasian dan penyebarluasan dari tindakan yang telah dilakukan meliputi:

1. Melakukan perawatan dan perbaikan mesin secara berkala.
2. Melakukan pengawasan terhadap bahan baku melalui *Quality Development*.
3. Melakukan pengawasan operator produksi agar mutu barang yang dihasilkan lebih baik.
4. Melakukan pengecekan dan pencatatan seluruh produk catat setiap hari dari masing-masing jenis dan mesin, yang dilakukan oleh bagian *Quality Final*.
5. Melaporkan hasil pencatatan produk cacat berdasarkan type produk catat kepada Kepala Produksi untuk ditindaklanjuti.
6. Produk cacat dalam periode sekali *mass pro* diserahkan ke *Manager* untuk digunakan sebagai pertanggungjawaban *Manager* untuk dilaporkan kepada Direktur.

#### 4. KESIMPULAN

Terdapat 8 jenis *defect* pada produksi produk *Center Cap D22D* meliputi *silver*, *shoot short*, bintik, *sink mark*, *flow mark*, *getting*, *over pack* dan *plating*. Jenis *defect* terbesar yang terjadi adalah *getting* yaitu sebesar 57,79% dari keseluruhan total *defect* yang ada. Dengan menggunakan diagram sebab akibat, dapat diketahui bahwa penyebab dari *getting* adalah posisi *nozzle* bergeser, ketersediaan material pada *hopper* habis, produk terkena *air chiller*, kurangnya suhu pemanasan material, dan kecepatan injeksi terlalu tinggi. Berdasarkan data produksi yang diperoleh dari PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri Divisi *Plastic Injection* diketahui jumlah produksi pada tanggal 3 November 2016 – 25 November 2016 adalah sebesar 11.396 produk dengan jumlah produk cacat yang terjadi dalam produksi sebesar 5.958 produk. Berdasarkan perhitungan, PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri Divisi *Plastic Injection* memiliki tingkat sigma sebesar 1,52 dengan kemungkinan kerusakan sebesar 485.612 untuk sejuta produksi (DPMO). Hal ini tentunya menjadi sebuah kerugian yang sangat besar apabila tidak ditangani sebab semakin banyak produk yang gagal dalam proses produksi tentunya mengakibatkan pembengkakan biaya produksi.

## PUSTAKA

- El-haik dkk. (2003). *Design for Six Sigma*. New York: McGraw-Hill.
- Fransiscus dkk. (2014). "Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X". *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* vol.3, no.2.
- Gasperz, Vincent. (2005). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Pete dan Holpp. (2002). *What Is Six Sigma*. Yogyakarta:ANDI.
- Satrijo dkk. (2013). "Perbaikan Kualitas Proses Produksi dengan Metode Six Sigma di PT. Catur Pilar Sejahtera, Sidoarjo". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* vol. 2, no.1.
- Susetyo dkk. (2011). "Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen Sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk". *Jurnal Teknologi* vol. 4, no.1, pp 61-53.
- Vanany, I., & Emilasari, D. (2007). "Aplikasi Six Sigma pada Produk Clear File di Perusahaan Stationary". *Jurnal Teknik Industri*, vol.9, pp 27-36.

## MENGELIMINASI EKSTRA PENGIRIMAN RUTE *MILKRUN* IS13 PADA BULAN SEPTEMBER DI PT. TOYOTA MOTOR MANUFACTURING INDONESIA (TMMIN) SUNTER PLANT

Vania Amelinda Suryono<sup>1</sup>, Ilham Priadythama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia  
Telp. (0271) 646994  
E-mail: vaniaamelindasuryono@gmail.com

### ABSTRAK

PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) adalah salah satu perusahaan otomotif terbesar yang beroperasi di Indonesia. Tingginya permintaan mobil Toyota di pasar domestik maupun luar menyebabkan perusahaan harus teliti dan pintar dalam menentukan proses logistik part-part, satu kontainer dapat memiliki ratusan part mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar, oleh karena itu di PT. TMMIN sendiri memiliki divisi perencanaan logistik, dimana divisi ini bertugas untuk mengatur seluruh proses logistik part- part maupun unit secara ekspor dan domestik. Proses logistik di PT. TMMIN menggunakan metode *milkrun* dimana 1 truk bisa mengambil part-part ke beberapa supplier agar isi truk bisa full sehingga lebih efisien. di PT. TMMIN Sunter Plant, teridentifikasi bahwa setiap bulannya terdapat *additional delivery* sebanyak 36% dan paling banyak terdapat di rute IS13 sebanyak 212 *additional*, hal tersebut dapat membuat anggaran biaya membengkak. Salah satu penyebab adanya *additional delivery* yaitu sering terjadinya *overflow*, suatu keadaan dimana hasil antara *planning* dengan aktual nya berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengeliminasi *additional delivery* di PT. TMMIN Sunter Plant. *Additional delivery* yang disebabkan adanya perubahan data dalam jangka pendek tidak bisa dihilangkan tetapi bisa dikurangi maka dari itu perlu dilakukan standarisasi *flow* jika terjadi perubahan data dan memperkuat komunikasi antara divisi *ordering* dengan *planner*.

**Kata Kunci:** *Additional delivery*; Logistik, *Milkrun*; *Overflow*

### 1. LATAR BELAKANG

PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) merupakan salah satu perusahaan manufaktur terbesar di Indonesia yang bergerak di bidang otomotif. Produk yang dihasilkan meliputi mobil dan *spare part* yang kemudian akan diekspor maupun dijual di pasar domestik. PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) memiliki beberapa pabrik (*plant*) dengan dua kawasan yang berbeda yaitu Sunter dan Karawang. PT. TMMIN dikenal sebagai salah satu perusahaan otomotif terbesar yang beroperasi di Indonesia sehingga perusahaan ini juga mempekerjakan banyak orang. Tenaga kerja yang dipekerjakan saat ini di TMMIN sekitar 9.500 orang. Tingginya permintaan akan mobil Toyota di pasar domestik maupun luar menyebabkan perusahaan harus teliti dan pintar dalam menentukan proses logistik part-part maupun unit mobilnya, satu kontainer bisa memiliki ratusan part mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar, oleh karena itu di dalam PT. TMMIN sendiri memiliki divisi perencanaan logistik, dimana divisi ini bertugas untuk mengatur seluruh proses logistik/ pengiriman part- part maupun unit secara ekspor dan domestik, LPD (*Logistic Planing Division*) memiliki 3 departemen, yaitu departemen PLP (*Part Logistic Planning*), ELO (*External Logistic Operation*) dan LCCA (*Logistic Cost Control and Administration*), pada saat penelitian penulis ditempatkan di departemen ELO, dimana departemen ELO merupakan departemen yang bertugas membuat perencanaan rute dimana rute yang dimaksud adalah jumlah truk yang dibutuhkan untuk mengangkut part-part maupun unit dengan menggunakan sistem T-LMS (*Toyota Logistic Management System*), karena PT.TMMIN memiliki banyak *supplier* yaitu sekitar 100-150 *supplier* dalam skala domestik untuk impor PT.TMMIN mengimpor dari perusahaan TOYOTA yang berada di Asia Pasifik atau yang tergabung dalam TMC (*Toyota Motor Cooperation*) penentuan jumlah truk ini dibuat seefisien mungkin agar tidak ada *space* yang tidak terpakai antara *packaging* dan meminimumkan *cost*, selain itu ELO juga bertugas mengontrol di lapangan apakah jumlah truk dan jumlah *packaging* sudah sesuai. Proses logistik di PT. TMMIN menggunakan metode *milkrun*, karena 95% proses logistik dilakukan dengan cara truk truk logistik melakukan pengambilan part ke *supplier*, 5% *supplier* yang datang sendiri ke PT.TMMIN, metode *milkrun* ini adalah metode dimana 1 truk bisa mengambil part-part ke beberapa *supplier* agar isi truk bisa full sehingga lebih efisien.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan di PT. TMMIN Sunter Plant, teridentifikasi bahwa setiap bulannya terdapat *additional delivery* yang bisa membuat anggaran *cost* tidak sesuai budget (membengkak) salah satu penyebab adanya *additional delivery* yaitu sering terjadinya *overflow*, suatu keadaan dimana hasil antara *planning* dengan aktual nya berbeda, jadi rencana jumlah truk yang dibutuhkan berbeda dengan kondisi nyatanya dimana kondisi nyata yang sering terjadi yaitu kelebihan muatan, contoh saat sudah mendapatkan data di sistem disertai sebuah simulasi yaitu untuk bisa memuat 1000 part dengan *packaging* sedemikian rupa bisa menggunakan 2 truk saja, tetapi secara *real* menggunakan 2 truk tidak cukup untuk memuat 1000 part (*overflow*), hal ini bisa disebabkan oleh banyak hal dan pastinya berpengaruh terhadap proses logistik dan proses produksi di PT. TMMIN.

Untuk bisa mencapai visi *Logistic Planning Division* yaitu menjadi perusahaan logistik yang terbaik, *simple* dan efisien di Asia Pasifik, perlu dilakukan perubahan strategi untuk bisa mengatasi *overflow* yang sering terjadi di LPD, metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini adalah metode Toyota Business Plan (TBP). Business plan sendiri merupakan seluruh kegiatan yang diorganisasikan oleh orang-orang yang berkecimpungan dalam bidang perniagaan dan industri, yang menyediakan barang & jasa untuk kebutuhan mempertahankan dan memperbaiki standar serta kualitas hidup mereka (Raymond E. Glos, 1971). TBP memiliki karakteristik pemecahan masalah yang sistematis, dengan tahapan-tahapan yang jelas sehingga dapat digunakan untuk menganalisis berbagai macam masalah tidak hanya dibidang manufaktur namun juga dalam bidang teknik pertanian, dll (Imam K. Saleh, 2010) sehingga hasil akan lebih akurat dan melatih kekreatifan penulis juga lebih mudah dipahami oleh pembaca dibandingkan metode lain seperti *fishbone* contohnya.

## 2. LANDASAN TEORI

### a) Toyota Business Plan ( TBP)

*Toyota Business Plan* (TBP) merupakan proses pemecahan masalah yang standar. Bahkan dapat menggunakannya untuk membangun sebuah proses yang baru, maupun pada proses yang sering terjadi masalah. Langkah tersebut memastikan bahwa proses pencarian solusi dilakukan secara bertahap. Jika mengabaikan salah satu proses tersebut, mengalami hambatan atau menghasilkan sesuatu yang tidak sesuai dengan yang diharapkan. Teknik ini awalnya dikembangkan oleh Sakichi Toyoda dan kemudian digunakan dalam Toyota Motor Corporation selama evolusi metodologi manufaktur mereka. Ini adalah komponen penting dari pemecahan masalah disampaikan sebagai bagian dari Toyota Production System. Alat ini telah melihat digunakan secara luas di luar Toyota, dan sekarang digunakan pula dalam Kaizen, lean manufacturing. Adapun langkah dalam pemecahan masalah di Toyota terdiri dari *Background*, *Clarify the Problem*, *Breakdown the Problem*, *Target Setting*, *Root Cause Analysis*, *Countermeasure Plan*, *Develop Countermeasure*, *Process and Result Evaluation* dan *Standardization* (Liker et al., 2006).

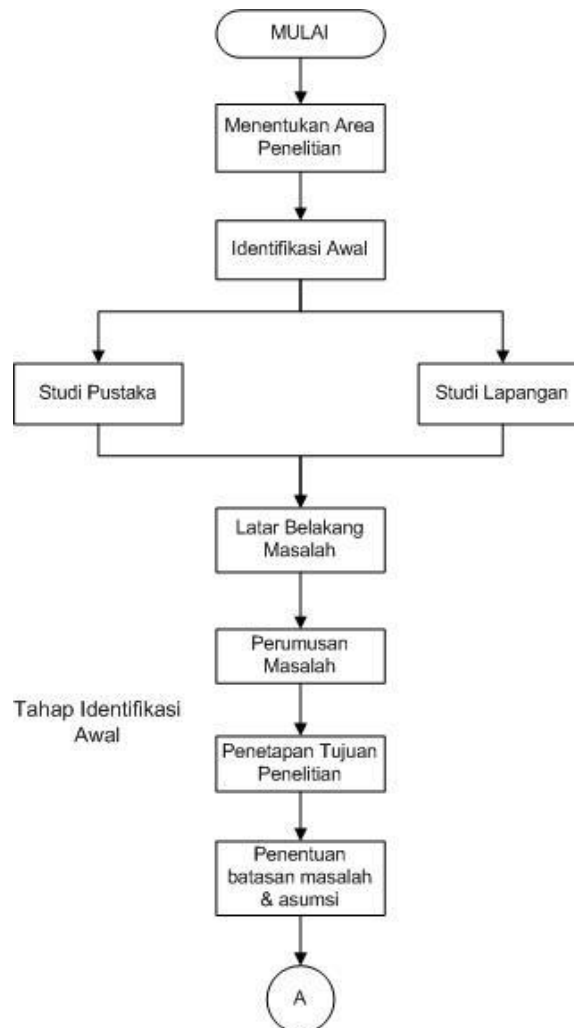
### b) A3 Report

Istilah A3 sendiri diambil dari ukuran kertas yang biasa digunakan untuk menuliskan *Report* atau laporan. Jika dikonversikan ke dalam ukuran inch, maka kertas A3 memiliki ukuran 11" x 17". Perusahaan Toyota menggunakan beberapa model berbeda dalam membuat A3 *Report* yaitu A3 *Report* untuk *problem solving*, A3 *Report* untuk melaporkan suatu status dari proyek, dan untuk mengusulkan suatu perubahan kebijakan. Masing-masing "gaya" dari A3 *Report* ini juga memiliki cara berbeda dalam menentukan isi dan alur penulisannya. Memfokuskan pada A3 *Report* yang membahas tentang *problem solving* karena tipe dapat terbilang merupakan tipe yang sangat mendasar untuk membuat A3 *Report* sebagai langkah awal. Perusahaan Toyota menganggap masalah seperti investigasi kriminal. Pertama tama investigator harus masuk ke dalam tempat kejadian perkara, melihat secara langsung bagaimana masalah tersebut muncul (*genba*), lalu mereka perlu melakukan observasi menyeluruh dan mengumpulkan semua barang bukti (data) sebelum barang bukti tersebut terkontaminasi. Selanjutnya mereka harus memikirkan sebuah solusi berdasarkan bukti-bukti atau data yang ada. Langkah terakhir adalah mendokumentasikan seluruh penemuan, masalah, dan solusinya. A3 *Report* menyediakan informasi yang cukup agar masalah tersebut dapat diinvestigasi secara menyeluruh dan ilmu pengetahuan yang didapat dari proses investigasi yang valid dapat didapat divalidasi, diinformasikan, dan disajikan.

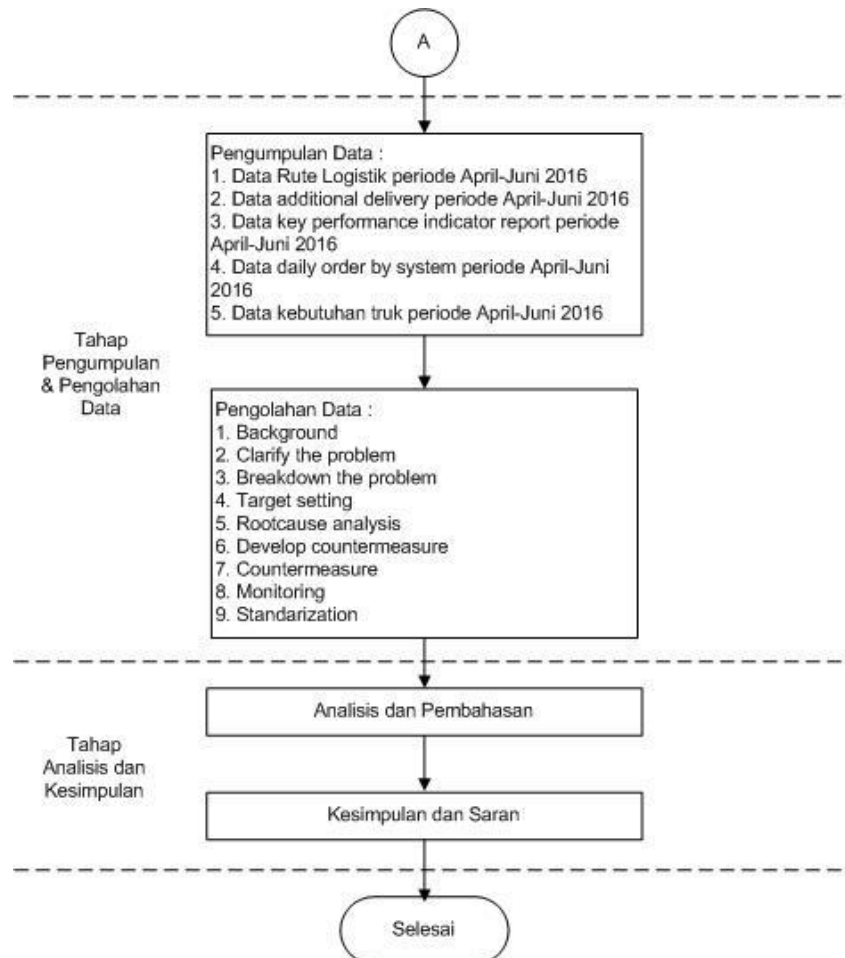
*Problem solving* adalah suatu proses mental dan intelektual dalam menemukan masalah dan memecahkan berdasarkan data dan informasi yang akurat, sehingga dapat diambil kesimpulan yang tepat dan cermat. *Problem solving* yaitu suatu pendekatan dengan cara problem identifikasi untuk ketahap *syntesis* kemudian dianalisis yaitu pemilahan seluruh masalah sehingga mencapai tahap *application* selanjutnya *komprehension* untuk mendapatkan *solution* dalam penyelesaian masalah tersebut. Berpikir memecahkan masalah dan menghasilkan sesuatu yang baru adalah kegiatan yang kompleks dan berhubungan erat satu dengan yang lain. Suatu masalah umumnya tidak dapat dipecahkan tanpa berpikir, dan banyak masalah memerlukan pemecahan yang baru bagi orang-orang atau kelompok.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) digambarkan dengan *flowchart* seperti pada Gambar 1. Dan Gambar 2.



Gambar 1. *Flowchart* metodologi penelitian



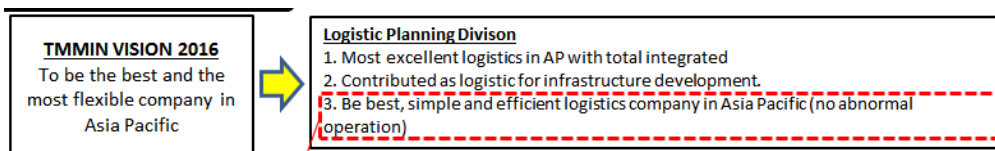
Gambar 2. Flowchart Metodologi Penelitian (lanjutan)

#### 4. PENGOLAHAN dan ANALISIS DATA

Data yang diperoleh merupakan data hasil pengamatan langsung berupa wawancara dengan PIC perencanaan rute dan data yang diperoleh dari perusahaan khususnya bagian Planner Sunter Plant. Dengan pengamatan tersebut dapat dicari akar permasalahan sehingga dapat diputuskan solusi berupa perbaikan atau *improvement* yang harus dilakukan untuk mengurangi jumlah *overflow daily order* di Sunter Plant. Sedangkan data yang diperoleh dari perusahaan berupa data rute strategi, additional delivery, daily order, delivery trip dan key performance indicator dari bagian planner Sunter Plant.

##### a) Background

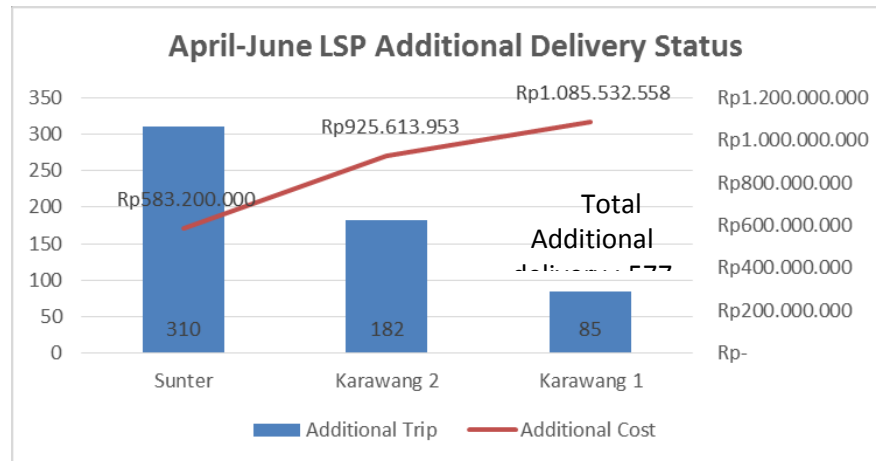
Tahapan *background* atau latar belakang masalah didefinisikan masalah yang terjadi. Pada *background* ini dengan membandingkan berbagai masalah yang ada berdasarkan data. Data yang diperoleh berdasarkan data pada Bulan April 2016, Mei 2016, dan Juni 2016. Berikut merupakan penjelasan latar belakang masalah pada additional delivery :



Gambar 3. Background

Berdasarkan Gambar 3. dijelaskan bahwa TMMIN mempunyai visi untuk menjadi perusahaan yang terbaik dan fleksibel di Asia Pasifik, maka dari itu Logistic Planning Division juga mempunyai tujuan yang bisa menunjang tercapainya visi TMMIN salah satunya adalah menjadi perusahaan yang mempunyai logistic yang terbaik, sederhana dan efisien di Asia Pasifik dengan tidak adanya operasi yang tidak normal.





Gambar 4. Additional delivery

Sedangkan pada diagram batang gambar 4. menunjukan adanya operasi yang tidak normal yaitu terjadi pengiriman tambahan di Karawang 1, Karawang 2 dan Sunter yang berarti adanya penambahan pengiriman bertolak belakang dengan tujuan divisi logistic planning.

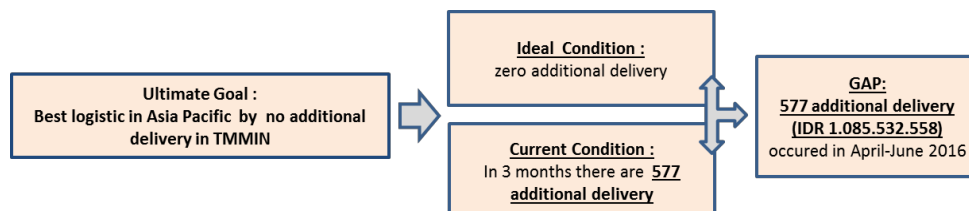
Berdasarkan Gambar 3. tersebut maka dapat dijelaskan, yaitu:

1. Pada Sunter Plant periode April – Juni 2016 didapatkan additional delivery sebanyak 310 trip sehingga didapatkan additional cost sebesar Rp 583.200.000,00.
2. Pada Karawang 1 Plant periode April – Juni 2016 didapatkan additional delivery sebanyak 182 trip sehingga didapatkan additional cost sebesar Rp 342.413.953,00 sehingga total kerugian menjadi Rp 925.613.953,00
3. Pada Karawang 2 Plant periode April – Juni 2016 didapatkan additional delivery sebanyak 85 trip sehingga didapatkan additional cost sebesar Rp 159.914.678 sehingga total kerugian menjadi Rp 1.085.532.558,00.

Dari data diatas didapatkan bahwa di LPD terdapat kasus yang bertolak belakang dengan tujuan dari LPD sendiri yaitu adanya *additional delivery* dimana hal ini merupakan *abnormal operation* hal tersebut dapat dilihat dari grafik diatas, dari grafik tersebut didapatkan bahwa additional delivery yang paling banyak terdapat di Sunter 1 Plant yaitu sebanyak 310 kasus dan menyebabkan adanya additional cost sebesar Rp 583.200.000, jadi ini merupakan masalah yang harus diatasi untuk bisa meminimalkan biaya.

#### b) Clarify The Problem

Tahapan *Clarify the problem* memperjelas masalah yang ada dan menunjukkan masalah tersebut sebagai *gap* antara kondisi ideal dan kondisi aktual yang terjadi. Berikut merupakan diagram batang yang menjelaskan mengenai *gap* yang terjadi pada penambahan pengiriman.

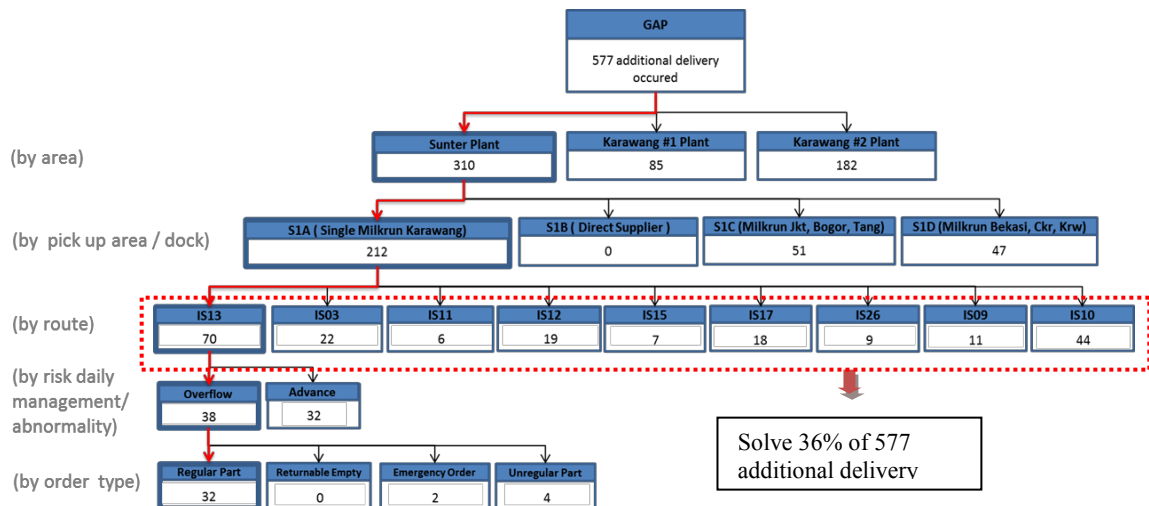


Gambar 5. Clarify the problem

Berdasarkan Gambar 5. didapatkan selama 3 bulan terjadi 577 additional delivery, sedangkan yang diharapkan adalah tidak adanya penambahan pengiriman sehingga didapatkan *gap* sebanyak 577 kasus additional delivery. *Gap* sendiri merupakan celah atau jarak dari perbandingan performansi aktual dengan performansi potensi untuk mengidentifkasi antara alokasi optimais dan integrasi input, serta ketercapaian yang ada. Maka dengan adanya *gap* sebesar 577 tersebut membantu dalam mengungkapkan dalam kuantitatif bagian mana yang harus diperbaiki.

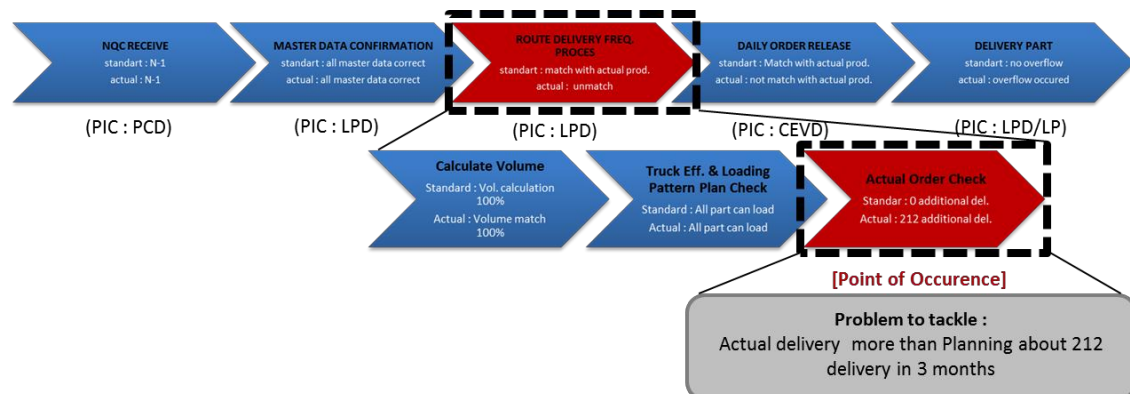
### c) Breakdown The Problem

Bisa disimpulkan bahwa sebenarnya additional delivery tidak bisa dihilangkan tetapi bisa dikurangi, dan additional delivery bisa disebabkan oleh berbagai hal, maka dari itu perlu di uraikan masalah nya untuk mengetahui di proses apa yang paling banyak terdapat kesalahan, karena di Gambar 3. Sunter Plant merupakan daerah yang *additional trip* nya paling banyak, maka dari itu laporan ini fokus membahas penyebab additional trip yang paling banyak di Sunter Plant. Penguraian masalah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Breakdown the problem

Setelah didapatkan kasus yang paling banyak terjadi yaitu overflow pada regular part maka dapat dicari titik permasalahan dan kemudian titik permasalahan tersebut akan dijadikan fokus utama untuk menyelesaikan masalah.



Gambar 7. Point of Occurrence

Setelah mendapatkan problem langkah selanjutnya adalah mengetahui proses rute pengiriman *interplant* rute IS13 agar bisa mengetahui *point of occurrence*. Langkah pertama dalam proses rute pengiriman adalah LPD-Planner menerima NQC ( Necessary Quantity Capacity ) dari PCD dan didapatkan status bahwa proses pertama berjalan sesuai rencana, proses kedua adalah LPD-Planner mengkonfirmasi master data dan statusnya adalah master data sudah benar dengan perencanaan. Proses ketiga adalah LPD-planner melakukan proses frekuensi rute pengiriman dan ternyata asal mula terjadinya masalah adalah proses ini dimana frekuensi pengiriman tidak sesuai perencanaan sehingga berdampak pada proses keempat yaitu saat CEVD mengeluarkan pesanan harian dimana pesanan juga tidak sesuai dengan perencanaan dan berdampak lagi pada proses kelima yaitu terjadinya overflow pada pengiriman.

Setelah dianalisa lebih dalam, di proses frekuensi rute pengiriman masih terdapat 3 proses yaitu yang pertama adalah planner mengkalkulasi volume dan didapatkan status volume sudah cocok 100%

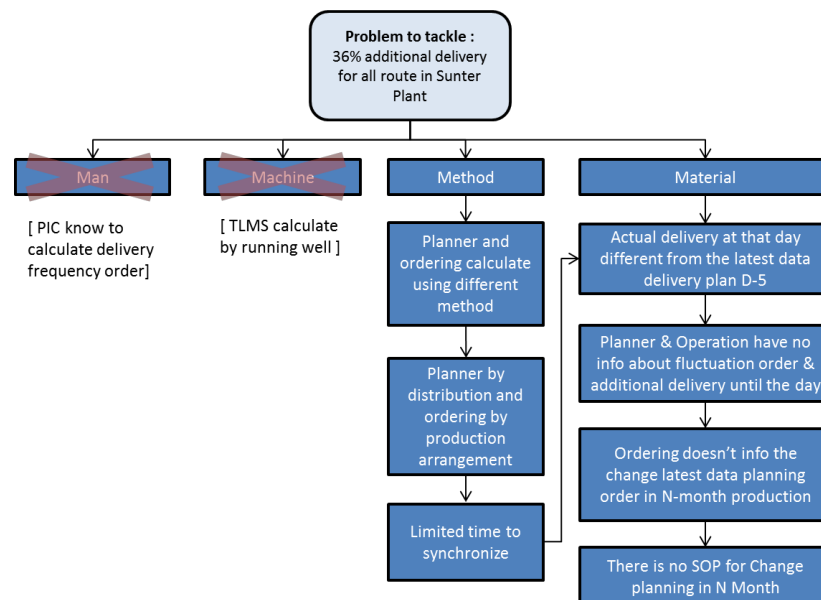
dengan perencanaan, kemudian pada proses kedua yaitu mengecek efisiensi truk dan loading pattern nya, didapatkan status aktualnya bahwa semua part bisa dimasukkan kedalam truk sesuai dengan rencana, kemudian pada proses yang ketiga yaitu mengecek actual order dan didapatkan status pada actual order ini rencana nya order harian bisa dikirimkan oleh 12 pengiriman / hari tetapi kenyataan nya terdapat 13 pengiriman / hari jadi di dapatkan titik permasalahan nya pada pengecekan actual order dimana problem yang harus diatasi adalah pengiriman actual yang melebihi perencanaan sebanyak 1 pengiriman/hari di rute IS13.

#### d) Target Setting

Tahapan *target setting* dilakukan setelah melakukan proses *breakdown the problem* dengan benar. *Target Setting* merupakan target atau tujuan yang akan dicapai. Target atau tujuan yang akan dicapai pada masalah ini adalah mengeliminasi sebanyak 36% additional delivery untuk semua rute di Sunter Plant pada desain frekuensi pengiriman.

#### e) Root Cause Analysis

Tahapan *Root Cause Analysis* merupakan salah satu langkah yang paling sulit. Pada langkah ini harus mencari akar penyebab dari masalah yang terjadi. Pada *root cause analysis* merupakan tahap menganalisis faktor-faktor penyebab masalah. Berdasarkan gambar 4.6 dijelaskan bahwa unsur-unsur dari *root cause analysis* adalah *man*, *method*, *material*, dan *machine*. Berikut merupakan diagram *root cause analysis* :



Gambar 8. Root cause analysis

#### f) Develop Countermeasure

Tahapan *development countermeasure* langkah ini merupakan tahapan perencanaan dalam menanggulangi masalah berdasarkan penyebab yang sudah dianalisis. Berikut adalah develop countermeasure yang sudah direncanakan :


No	Root Cause	Countermeasure	Who	Effectiveness	Necessary Resources	Cost + Impact	Risk Management	Lead Time	Overall Assessment
1	Ordering doesn't info the change latest data planning order in N Month production	Ordering should inform planner in N month by meeting arrangement	LPD - Planner	●	●	●	●	▲	●
2		Increase Truck Capacity	LPD - Planner	▲	✗	✗	▲	▲	✗

Gambar 9. Develop Countermeasure

Terdapat dua ide penanggulangan masalah untuk masalah ini, yang pertama adalah bagian ordering harus menginformasikan planner tentang perubahan data D-5 pada bulan N melalui pertemuan /email untuk mendapatkan bukti konkrit. Ide yang kedua adalah meningkatkan kapasitas truk dimana logistic partner harus membeli truk yang mempunyai kapasitas lebih besar. Dari kedua ide tersebut dianalisis dari segi keefektifan, kebutuhan sumber daya, biaya dan dampak, manajemen resiko dan lead timenya penanggulangan mana yang paling mungkin dilakukan, kemudian didapatkan ide yang paling mungkin dilakukan dalam jangka pendek ini adalah melakukan pertemuan agar bagian ordering menginformasikan perubahan data D-5 terakhir di bulan N kepada planner.

**g) Countermeassure**

*Countermeasure* yang dilakukan bersifat jangka pendek, yaitu merupakan pengembangan dari suatu masalah dijadikan sebagai *improvement*. *Countermeasure* atau tindakan pencegahan yang dilakukan adalah pengembangan dari *root cause analysis* yang lebih dijelaskan kembali dengan tindakan yang akan dilakukan atau detail aktifitas. Berikut merupakan countermeasure yang sudah dibuat :

NO	Countermeassure	July				August				September		Status
		W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	
1	Strengthen communication to CCR about latest planning change in N month					Meeting Coordination		Flow Process Agreement		Implementation		
								External : Inform planner Internal : Adjust Delivery				

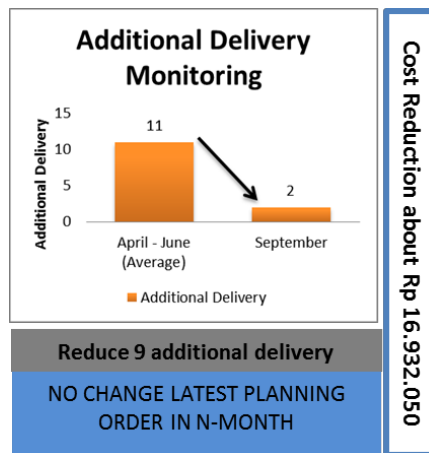
**Gambar 10. Countermeassure**

Langkah yang dilakukan adalah membuat *timeline* penyelesaian berdasarkan target waktu yang sudah ditentukan dan membuat *planning* sedetail mungkin dengan menyertakan *keypoint*. Dari root cause didapatkan penanggulangan yang memungkinkan adalah ordering harus menginformasikan perubahan data kepada planner dengan cara memperkuat komunikasi kepada CCR tentang perubahan perencanaan order terakhir di bulan N. Penanggulangan ini sudah dilaksanakan mulai bulan Agustus 2016 dimana dengan jadwal pada minggu pertama dan kedua mengadakan koordinasi pertemuan dan didapatkan hasil pada minggu ketiga dan keempat adalah proses persetujuan dimana pihak eksternal yaitu ordering harus menginformasikan perubahan data ke planner dan bagian internal yaitu planner melakukan penyesuaian perubahan data pengiriman. Kemudian data yang sudah fix diimplementasikan untuk bulan September, kemudian di bulan September melakukan pertemuan lagi untuk diimplementasi pada bulan Oktober, begitu seterusnya.

Inti dari langkah *countermeasure* ini adalah membuat semacam flow yang belum distandarisasi. Seharusnya langkah selanjutnya yang bisa dilakukan adalah melakukan standarisasi terhadap flow kemudian dijadikan sebagai SOP.

#### h) *Monitoring*

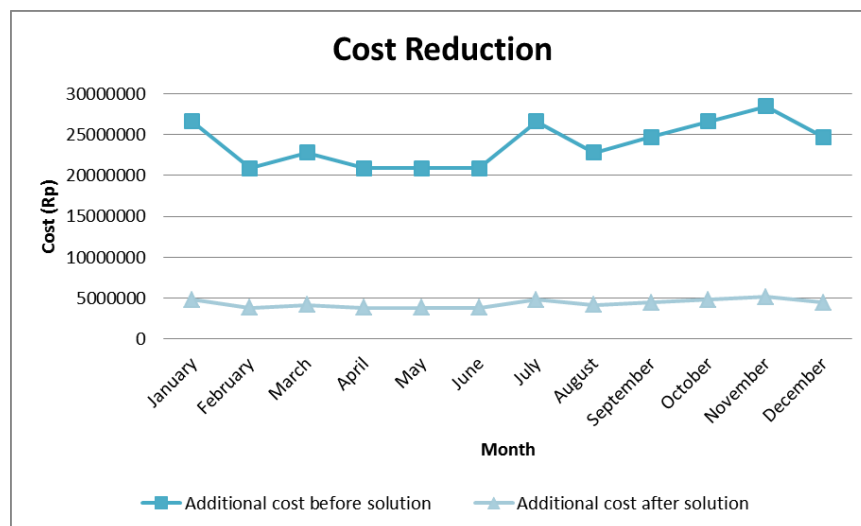
Tahap monitoring merupakan tahap mengontrol kinerja proses dan menjamin permasalahan tidak muncul atau berkurang setelah countermeasure dilakukan.



**Gambar 11. Monitoring**

Monitoring juga dilakukan untuk mengetahui apakah countermeasure yang dilakukan berdampak positif atau tidak bagi masalah tersebut. Dari hasil monitoring terdapat penurunan additional delivery, dimana pada bulan April-Juni rata rata terdapat 11 additional delivery setiap bulannya, setelah dilakukan penginformasian perubahan data hanya terdapat 2 additional delivery sampai akhir bulan September ini. Dari penurunan additional delivery ini otomatis additional cost juga mengalami penurunan yaitu sebesar Rp 16.932.050 atau 82% setiap bulannya. Penurunan bisa terjadi karena tidak ada perubahan data di bulan N dimana sebelumnya perubahan tersebut sudah di informasikan kepada planner. Penurunan ini akan bisa terus terjadi jika dua pihak terus menjaga komunikasi dan terus melakukan kaizen dalam penanganan ketidakcocokan data ini.

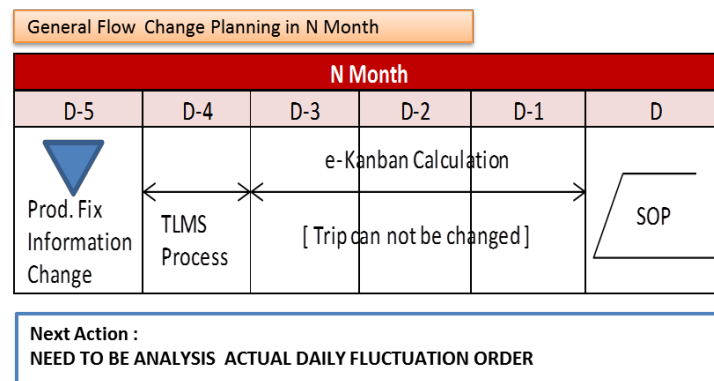
Setelah solusi yang diusulkan dilaksanakan, bisa diperkirakan dimana selama setahun yang awalnya menghabiskan tambahan biaya untuk tambahan pengiriman sebesar Rp 286.900.000 bisa menjadi Rp 51.642.000 saja. Rincian data dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



**Gambar 12. Cost reduction**

#### i) *Standardization*

*Standardization* merupakan langkah menstandarkan yang telah dilakukan pada langkah-langkah sebelumnya.



Gambar 13. Standarization

Dari monitoring yang didapat bisa disimpulkan bahwa untuk jangka pendek additional delivery belum bisa dihilangkan tetapi bisa diturunkan, maka dari itu perlu dilakukan standarisasi general flow jika terjadi perubahan data di bulan N. Dari flow yang ditunjukkan pada D-5 bagian ordering sudah harus menginfokan ke planner tentang perubahan data yang sudah pasti benar, karena di D-4 sampai D-1 akan dilakukan kalkulasi e-kanban (perhitungan secara manual) dan sistem TLMS sudah mengunci data jadi sudah tidak bisa diubah-ubah lagi jumlah tripnya, kemudian pada D pengiriman dijalankan sesuai SOP. General flow atau penyelesaian ini bisa di generalisasikan, karena bersifat umum, selain itu perusahaan juga lebih memperhatikan peralaman order agar dibuat lebih akurat lagi.

Sistem pengiriman yang diterapkan oleh TMMIN saat mendekati hari hari besar adalah *advance*, yaitu pengiriman dipercepat dari jadwal seharusnya, karena TMMIN menyesuaikan regulasi pemerintah tentang tidak boleh ada nya truk beroperasi di jalan pada seminggu sebelum dan sesudah hari raya.

Tantangan dalam melaksanakan standarisasi general flow ini adalah dibutuhkan lebih lagi kesadaran pekerja, bahwa komunikasi itu penting, mungkin salah satu seksi menganggap remeh masalah ini, tetapi jika dikalkulasi kerugian yang dialami besar dan cukup berdampak bagi perusahaan dan juga adanya tambahan pengiriman dapat menyebabkan *line stop* pada proses produksi karena keterlambatan kedatangan bahan baku, selain itu ketersediaan truk ukuran tertentu oleh *logistic partner*, terkadang saat TMMIN membutuhkan truk berukuran sekian, ternyata *logistic partner* tidak bisa menyediakan permintaan, sehingga TMMIN mencari ke *logistic partner* lain, dan hal ini menyebabkan proses menjadi lama.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengolahan data serta analisis dapat disimpulkan beberapa hal :

1. *Additional delivery* yang paling banyak terjadi terdapat di Sunter plant sebanyak 36% dari total *additional delivery* di semua plant yang disebabkan karena adanya *overflow* oleh *regular part* yaitu sebanyak 212 *additional*.
2. Penyebab terjadinya *overflow* dalam proses logistik adalah kurangnya komunikasi antara *planner* dengan *ordering* dalam pemberitahuan info perubahan data D-5 di bulan N, karena tidak ada SOP yang jelas.
3. *Additional delivery* yang disebabkan adanya perubahan data dalam jangka pendek tidak bisa dihilangkan tetapi bisa dikurangi maka dari itu perlu dilakukan standarisasi *flow* jika terjadi perubahan data dan memperkuat komunikasi antara *ordering* dengan *planner*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Liker, Jeffrey K, dan David Meier. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. Amerika: Mc Grawhill.
- Raymond E. Gloss. (1971). *Business: Its Nature and Environment: An Intoduction*.
- Imam K. Saleh. (2010). Penerapan Toyota Business Plan (TBP) untuk Menganalisis Domestikasi Pembuatan Baut pada Kendaraan Tipe IMV 4 dan IMV 5 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia.
- Arthur Engel. (1998). *Problem Solving-Strategies*. Amerika: Springer.
- Ade Putri. (2015). Analisa keterlambatan distribusi ECI (*Engineering Change Instruction*) menggunakan metode toyota business plan di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia Jakarta Utara.

## PERBAIKAN FASILITAS KERJA PEKERJA *PALLETIZING LINE 4 CAN* PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA CENTRAL JAVA BERDASARKAN ANALISIS REBA

Ayu Anggit Pradita<sup>1</sup>, Ilham Priadythama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl.Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia  
Telp. (0271) 646994  
Email : ayuape@gmail.com

### ABSTRAK

Faktor manusia menjadi salah satu faktor yang penting dalam sistem produksi. Tidak semua kegiatan dapat dilakukan dengan mesin, ada beberapa pekerjaan yang masih memerlukan bantuan manusia. Penanganan material secara manual atau dengan tenaga manusia disebut dengan *Manual Material Handling* atau MMH. Keuntungan MMH adalah fleksibilitas gerakan untuk beban ringan, namun MMH juga beresiko menimbulkan terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs) yaitu sekumpulan gejala yang berkaitan dengan jaringan otot, tendon, ligamen, kartilago, sistem saraf, struktur tulang dan pembuluh darah. Proses produksi di PT. CCAI Central Java hampir semua sudah menggunakan mesin. Hanya Line 4 Can bagian *palletizing* yang masih menggunakan tenaga manusia. Kegiatannya adalah mengambil dan menata box produk (can 250 ml) ke atas tumpukan *pallet*. Satu box terdiri dari 24 kaleng seberat 6,5kg yang disusun setinggi 7 layer, dimana tiap layer terdapat 16 box. Penelitian ini fokus terhadap postur kerja pekerja yang harus membungkuk untuk menata box ke tumpukan *pallet*. Kegiatan *palletizing* yang berlangsung lama dan berulang menyebabkan pekerja mengalami nyeri pada punggung dan bahu. Metode yang digunakan adalah REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) yaitu metode penilaian postur kerja untuk menilai faktor resiko gangguan tubuh keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini adalah memperbaiki postur kerja dengan memberikan rekomendasi alat bantu pada bagian *palletizing*.

**Kata Kunci :** MMH; *palletizing*; REBA; perbaikan; alat bantu.

### 1. PENDAHULUAN

Faktor manusia adalah salah satu faktor yang tidak dapat diabaikan dalam suatu sistem produksi. Meskipun banyak dari perusahaan besar yang sudah menggunakan mesin-mesin otomatis, namun tidak semua kegiatan pada sistem produksi dapat dilakukan dengan mesin tersebut. Penanganan material secara manual (*Manual Material Handling* atau MMH) adalah suatu istilah yang diberikan untuk proses penanganan material yang dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia. Keuntungan dari MMH adalah fleksibilitas gerakan yang dapat dilakukan untuk beban-beban ringan. Namun, demikian aktivitas MMH juga beresiko menimbulkan terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs). Jika resiko ini diabaikan akan berakibat pada ketidakmampuan seseorang untuk melakukan pergerakan dan koordinasi gerakan anggota tubuh sehingga mengurangi efisiensi kerja dan produktivitas kerja menurun.

PT Coca-Cola Amatil Indonesia adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan minuman berkarbonasi dan tidak berkarbonasi. Sebagian besar proses produksi yang terdapat di perusahaan ini dilakukan dengan mesin-mesin otomatis, namun ada satu proses yang masih menggunakan tenaga manusia yaitu pada bagian *palletizing Line 4 Can*. Kegiatan yang dilakukan oleh 3 pekerja *palletizing* ini meliputi mengambil, meletakkan dan menata box produk jadi keatas *pallet-pallet*. Box tersebut berisi minuman kaleng berkarbonasi 250 ml sebanyak 24 buah yang disusun setinggi 7 layer, dimana tiap layer terdapat 16 box. Untuk melakukan kegiatan ini, pekerja harus membungkukkan badan menyesuaikan ketinggian *pallet* yang tersedia. Jumlah *pallet* yang tersedia berubah-ubah tergantung operator *forklift* yang bertugas membawa *pallet-pallet* tersebut. Dari hasil pengamatan, terkadang terdapat 1 tumpukan *pallet* sampai 5 tumpukan *pallet*. Saat terdapat 1 tumpukan *pallet*, pekerja harus bersusah payah membungkukkan badan untuk menata box tersebut, sedangkan saat terdapat 5 tumpukan *pallet* pekerja harus berjinjit untuk mencapai layer-layer tertentu. Kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang ini menimbulkan keluhan terutama pada bagian punggung dan bahu pekerja. Penelitian ini fokus terhadap postur pekerja yang dianalisis dengan metode REBA dan bertujuan untuk memperbaiki postur kerja pekerja *palletizing* dengan memberikan usulan rangkaian alat bantu yang bisa diterapkan pada bagian *palletizing* sehingga dapat meminimalkan keluhan-keluhan yang selama ini dialami oleh pekerja.



## 2. LANDASAN TEORI

### a) Ergonomi

Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk buaatannya. Pendekatan disiplin ilmu ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki peforma kerja manusia ketepatan dan keselamatan kerja disamping mengurangi timbulnya kelelahan (*fatigue*) yang terlalu cepat dan mampu memperbaiki penyalahgunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia. Peranan ergonomi dalam sistem kerja adalah untuk melindungi tenaga kerja dari pengaruh negatif akbat pemakaian peralatan atau mesin yang tidak serasi dengan gerakan kerja manusia. Dalam hal ini ergonomi membuat peralatan sesuai dengan pemakai, sehingga memungkinkan terjadinya sikap kerja yang alamiah pada tenaga kerja. Disamping itu, ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja.

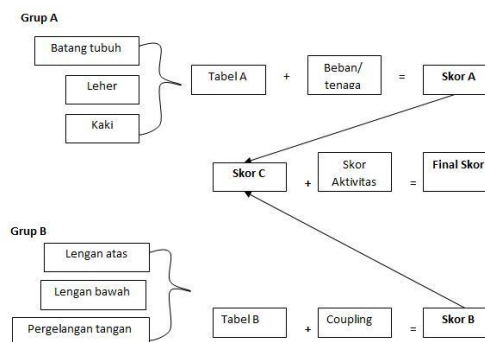
### b) Postur kerja

Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja. Sikap kerja yang berbeda akan menghasilkan kekuatan yang berbeda pula. Pada saat bekerja sebaiknya postur dilakukan secara alamiah sehingga dapat meminimalisasi timbulnya cedera *musculoskeletal*. *Musculoskeletal* merupakan kerusakan pada otot, saraf, tendon, ligament, persendian, kartilago, dan *discus invertebralis*. Metode REBA merupakan suatu metode penilaian postur untuk menilai faktor resiko gangguan tubuh keseluruhan (McAtamney dan Hignett, 1997). Penelitian menunjukkan kenyamanan REBA untuk penilaian postur pekerjaan di berbagai setting profesional, termasuk pekerjaan perawatan kesehatan, konstruksi, penggergajian industri, industri supermarket, industri makanan, pekerjaan berbasis komputer, pengemasan, bengkel sekolah, dan petugas pemadam kebakaran dan teknisi medis darurat. REBA dapat mengevaluasi tugas dengan melibatkan perubahan postur dengan cepat. Beberapa penelitian menggunakan REBA untuk membandingkan hasilnya dengan metode observasional dan metode lainnya sehingga tingkat kesesuaian antara keduanya.

Untuk masing-masing tugas (*Task*), menilai faktor postur tubuh dengan penilaian pada masing-masing grup yang terdiri atas 2 grup, yaitu:

- Grup A terdiri atas postur tubuh atas dan bawah batang tubuh (*Trunk*), Leher (*Neck*), dan kaki (*Legs*)
- Grup B terdiri atas postur tubuh kanan dan kiri dari lengan atas (*Upper Arm*), lengan bawah (*Lower Arm*), dan pergelangan tangan (*Wrist*).

Pada masing-masing grup, diberikan suatu skala skor postur tubuh dan suatu pernyataan tambahan. Diberikan juga faktor beban/ kekuatan dan *Coupling* (kopling). Dengan melihat pada tabel penilaian untuk masing-masing postur, tabel A untuk grup A, dan tabel B untuk grup B. skor A adalah jumlah dari hasil pada tabel A dan skor beban/ kekuatan. Skor B adalah jumlah skor dari tabel B dan skor kopling untuk masing-masing tangan. Skor C dibaca dari tabel C dengan memasukkan skor A dan skor B, sehingga diperoleh skor REBA dengan jumlah dari skor C dan skor tindakan. Akhirnya diperoleh suatu hasil berupa tingkatan level resiko.



Gambar 1. Penilaian skor final REBA

### c) Cardiovaskuler Load (CVL)

Beban kerja atau kapasitas kerja fisik berhubungan dengan kapasitas maksimum dari sistem fisiologi dalam menghasilkan energi untuk kerja otot (Tayyari & Smith, 1997). Beban kerja yang terlalu besar akan menimbulkan kelelahan fisik, gangguan mental dan gangguan penyakit. Sedangkan pembebanan beban kerja yang terlalu sedikit juga menimbulkan rasa kebosanan, ini menimbulkan penurunan potensi



yang membahayakan pekerja itu sendiri. Beban kerja yang berlebihan serta kekurangan menimbulkan stress kerja (Manuaba,2000).

Salah satu metode beban fisik yang digunakan adalah *Cardivascular Load* (CVL), yaitu perbandingan peningkatan denyut nadi dengan denyut nadi maksimum. Penentuan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dinyatakan dalam beban kardiovaskular (%CVL). Lebih lanjut untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (cardiovascular load = % CVL). Cardiovascular = %CVL yang dihitung berdasarkan rumus di bawah ini:

$$\% CVL = \frac{\text{Denyutnadikerja} - \text{Denyutnadiistirahat}}{\text{Denyutnadimaksimum} - \text{Denyutistirahat}} \times 100\% \quad (1)$$

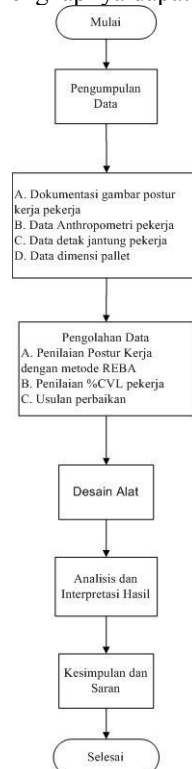
Dimana denyut nadi maksimum adalah (220-umur) untuk laki-laki dan (200-umur) untuk wanita. Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian di bandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

**Tabel 1. Klasifikasi %CVL**

% CVL	Klasifikasi % CVL
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 % - 60 %	Diperlukan perbaikan
60 % - 80 %	Kerja dalam waktu singkat
80 % - 100 %	Diperlukan tindakan segera
> 100 %	Tidak diperbolehkan beraktivitas

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dimulai dari tahap identifikasi masalah yang meliputi studi pustaka dan studi lapangan yang kemudian menghasilkan rumusan masalah. Dari rumusan masalah tersebut, ditentukan tujuan dari penelitian ini. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder, selanjutnya dilakukan pengolahan data yang berkaitan dengan penilaian postur kerja dan %CVL. Selanjutnya adalah tahap analisis yang meliputi analisis dan interpretasi hasil serta kesimpulan dan saran. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 2. Metodologi penelitian**

#### 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

##### a) Pengumpulan data

###### 1) Data postur kerja pekerja *palletizing*

Kegiatan di lini *palletizing* dikerjakan oleh 3 orang pekerja. Para pekerja *palletizing* ini bertugas mengambil box demi box yang berjalan di atas conveyor dan diletakan di atas *pallet* yang sudah disediakan. Satu box tersebut berisi 24 buah kaleng yang telah di bungkus dengan *Wrap Plastics* dan bagian bawahnya di lapiisi karton tebal. Box tersebut disusun hingga membentuk 7 tumpukan *layer* dimana tiap *layer*nya berisi 16 box. Pekerja tersebut bekerja dengan sistem *rolling* yaitu satu jam bekerja dan 30 menit untuk istirahat. *Pallet* tempat meletakan box tersebut diantar oleh *forklift*. Jumlah tumpukan *pallet* yang disiapkan kadang tidak menentu, misalnya saat operator *forklift* sibuk maka tumpukan *pallet* yang ada di area *palletizing* hanya ada 1 buah saja. Pendokumentasian postur kerja operator diambil saat operator bekerja dengan beberapa tumpukan *pallet* yaitu saat terdapat 1 tumpukan *pallet* (dari layer 1 dan 7) sampai 5 tumpukan *pallet* (dari layer 1 dan 7).



Gambar 3. Kondisi Pekerja saat Melakukan *Palletizing*

###### 2) Data anthropometri pekerja

Pengukuran data anthropometri berguna sebagai acuan dalam membuat desain alat bantu. Data- data anthropometri yang dibutuhkan adalah tinggi badan (Tb) dan tinggi siku berdiri (Tsb). Tinggi badan merupakan jarak vertikal dari ujung kaki sampai dengan kepala yang digunakan untuk mengetahui apakah tinggi badan sesuai dengan ketinggian produk sampai layer ketujuh. Tinggi siku berdiri merupakan jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah yang digunakan untuk mengukur tinggi tatakan *pallet* yang sesuai.

###### 3) Data denyut nadi pekerja

Pengambilan data yang selanjutnya adalah denyut nadi pekerja saat bekerja dan beristirahat. Denyut nadi ini diukur menggunakan tensimeter. Data denyut nadi ini akan digunakan sebagai dasar perhitungan beban kerja pekerja yang dinyatakan dalam %CVL untuk mengetahui apakah pekerjaan tersebut perlu dilakukan perbaikan atau tidak.

##### b) Pengolahan data

###### 1) Penilaian postur kerja dengan metode REBA

Dokumentasi postur kerja yang sudah diambil selanjutnya akan dilakukan penilaian postur kerja dengan metode REBA. Penarikan sudut pekerja meliputi bagian *trunk* (batang tubuh), *neck* (leher), *legs* (kaki), *upper arm* (lengan atas), *lower arm* (lengan bawah), *wrist* (pergelangan tangan). Metode REBA juga mempertimbangkan skor aktivitas dan *coupling* (pegangan). Sudut-sudut yang sudah ditarik tersebut digunakan sebagai acuan dalam menentukan skor REBA. Postur kerja yang dinilai adalah postur kerja saat pekerja menata box saat terdapat 1 tumpukan *pallet* di layer pertama dan ketujuh, 2 tumpukan *pallet* di layer pertama dan ketujuh, 3 tumpukan *pallet* di layer pertama dan ketujuh, 4 tumpukan *pallet* di layer pertama dan ketujuh, dan 5 tumpukan *pallet* di layer pertama dan ketujuh. Setelah penilaian skor

REBA didapatkan maka dilakukan rekapitulasi hasil skor REBA serta level resiko dan tindakan mengenai postur kerja tersebut.

**Tabel 2. Rekapitulasi Skor REBA, Level Resiko dan Level Tindakan**

No	Kegiatan	Skor REBA	Level Resiko	Level Tindakan
1	1 tumpukan pallet - layer 1	10	Tinggi	3
2	1 tumpukan pallet - layer 7	10	Tinggi	3
3	2 tumpukan pallet - layer 1	10	Tinggi	3
4	2 tumpukan pallet - layer 7	7	Sedang	2
5	3 tumpukan pallet - layer 1	7	Sedang	2
6	3 tumpukan pallet - layer 7	7	Sedang	2
7	4 tumpukan pallet - layer 1	7	Sedang	2
8	4 tumpukan pallet - layer 7	7	Sedang	2
9	5 tumpukan pallet - layer 1	8	Tinggi	3
10	5 tumpukan pallet - layer 7	9	Tinggi	3

Dari hasil rekapitulasi Final REBA score pada tabel 4.2, diketahui bahwa saat terdapat 1 tumpukan *pallet* – layer 1 (1-1), 1 tumpukan *pallet* – layer 7 (1-7), 2 tumpukan *pallet* – layer 1 (2-1), 5 tumpukan *pallet* – layer 1 (5-1) dan 5 tumpukan *pallet* – layer 7 (5-7) mempunyai level resiko tinggi dengan level tindakan adalah 3 yaitu segera dilakukan perbaikan, sedangkan saat terdapat 2 tumpukan *pallet* – layer 7 (2-7), 3 tumpukan *pallet* – layer 1 (3-1), 3 tumpukan *pallet* – layer 7 (3-7), 4 tumpukan *pallet* – layer 1 (4-1), dan 4 tumpukan *pallet* – layer 7 (4-7) mempunyai level resiko sedang dengan level tindakan adalah 2 yaitu perlu dilakukan perbaikan.

Untuk mengurangi tingkat resiko yang disebabkan oleh ketidakrteraturan tumpukan *pallet*, maka pada kegiatan-kegiatan yang mempunyai level resiko tinggi harus segera dilakukan perbaikan agar pekerja merasa nyaman dan aman saat melakukan pekerjaannya.



**Gambar 4. Contoh penarikan sudut postur kerja 1-1**

## 2) Penilaian beban kerja pekerja dengan %CVL

Perhitungan detak jantung ini dihitung dua kali yaitu pada saat pekerja belum melakukan aktivitas *palletizing* dan saat pekerja sudah selesai melakukan aktivitas *palletizing*nya. Kemudian, dilakukan perhitungan %CVL. Persentase CVL dalam dihitung dari 100 yang dikalikan selisih jumlah denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat kemudian dibagi dengan selisih denyut nadi maksimum dan denyut nadi istirahat. Dibawah ini akan ditampilkan tabel rekapitulasi %CVL pekerja tersebut :

**Tabel 3. Rekapitulasi %CVL dan Kategori Tindakan**

Nama Pekerja	Usia (tahun)	Denyut Nadi (pulse/menit)			%CVL	Kategori
		Kerja	Istirahat	Maksimum (220-usia)		
Riyanto	44	110	76	176	34	Perlu perbaikan
Kusno	40	114	81	180	33,3	Perlu perbaikan
Ramelan	45	109	79	175	31,25	Perlu perbaikan

Berdasarkan tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa ketiga pekerja pada *palletizing* mempunyai kategori beban kerja antara range 30%-60% yaitu, perlu dilakukannya perbaikan pada sisem maupun peralatan kerja karena termasuk kategori ekerjaan yang berat. Perbaikan ini diharapkan mampu menurunkan beban kerja dan tingkat kelelahan pekerja akibat aktivitas *manual handling*.

## 5. ANALISIS DAN USULAN

### a) Analisis kondisi awal

*Palletizing* adalah proses meletakkan dan menata box produk jadi (*declared product*) ke tempat yang sudah disediakan yang disebut *pallet*. Proses *palletizing* ini biasanya dikerjakan oleh pekerja secara manual. Satu shift terdiri dari 3 orang pekerja yang bekerja secara bergantian. *Pallet* yang akan dijadikan tempat produk jadi (*declared production*) tersebut diantarkan menggunakan *forklift* secara berkala. Tumpukan *pallet* yang tersedia tidak menentu jumlahnya, kadang terdapat satu tumpukan *pallet*, dua tumpukan *pallet*, tiga tumpukan *pallet*, empat tumpukan *pallet* bahkan lima tumpukan *pallet*. Kegiatan *palletizing* ini dilakukan secara terus-menerus sehingga ketiga pekerja mengeluh merasakan sakit di bagian punggung dan lengan atas (bahu). Kondisi seperti ini harus dihindari karena dapat menyebabkan *musculoskeletal disorder* dan dampak buruk lainnya. Tingkat resiko untuk cidera pada aktivitas membungkuk termasuk dalam kategori tinggi, oleh sebab itu dilakukan perbaikan postur kerja pekerja *palletizing* untuk mengurangi resiko tersebut.

### b) Analisis postur kerja awal dan penilaian terhadap aktivitas pekerja *palletizing*

Berdasarkan hasil dari pengolahan data pada bab sebelumnya, diperoleh hasil bahwa aktivitas *packaging* di bagian *palletizing* Line 4 kemasan kaleng mempunyai skor REBA yang cukup tinggi. Skor REBA yang tinggi ini harus segera diatasi supaya pekerja merasa nyaman saat bekerja serta menghindari resiko-resiko yang bisa ditimbulkan akibat postur kerja yang ekstrim. Oleh karena itu diperlukan perbaikan terhadap postur kerja dengan merancang fasilitas kerja berupa tatakan *pallet* sebagai alat bantu untuk mengurangi sikap badan yang membungkuk.

Postur kerja awal sebelum diterapkan rancangan alat bantu menunjukkan pekerja melakukan aktivitas *manual handling* yang kurang ergonomis. Hal tersebut ditunjukan dari sebgiaan sikap pekerja yang terpaksa membungkukkan badan ke depan untuk meletakkan box ke *pallet* yang dituju. Posisi ini akan bertambah parah bila hanya terdapat satu atau dua buah tumpukan *pallet* dan saat peletakan box dilayer pertama. Hal itu berkebalikan saat terdapat 5 buah tumpukan *pallet*. Saat terdapat 5 tumpukan *pallet*, sikap awal pekerja *palletizing* saat pengerjaan layer pertama tidak begitu membungkuk, namun saat pengerjaan layer terakhir (layer 7) pekerja harus lebih berjinjit dan menaikkan lengannya untuk mencapai layer tersebut. Sedangkan postur kerja pada saat terdapat 3 atau 4 tumpukan *pallet* sudah lebih baik daripada psotur saat satu, dua atau lima tumpukan *pallet*. Pada saat terdapat 3 atau 4 tumpukan *pallet*, postur awal pekerja saat pengerjaan layer pertama tidak begitu membungkuk, bahkan sikap punggung lurus saat pengerjaan di layer yang ketujuh (terakhir).

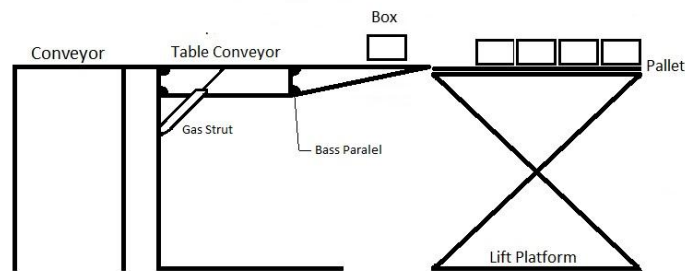
Penilaian postur kerja ini dilakukan saat tumpukan *pallet* berjumlah satu sampai lima serta di layer satu dan tujuh. Dengan menarik sudut-sudut dibagian batang tubuh, leher, kaki, lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan dapat diketahui skor penilaian untuk aktivitas tersebut. Dari hasil pengolahan data dengan metode REBA, *Final REBA score* yang dihasilkan oleh pekerja *palletizing* cukup bervariasi. *Final REBA score* yang paling tinggi adalah saat 1 tumpukan *pallet* – layer 1, 1 tumpukan *pallet* – layer 7 dan 2 tumpukan *pallet* layer 1 dengan skor 10 yang masuk kategori level resiko tinggi. Kemudian untuk 5 tumpukan *pallet* – layer 1 mendapat skor 8 (Tinggi) dan untuk 5 tumpukan *pallet* – layer 7 mendapat skor 9 (tinggi). Untuk 2 tumpukan *pallet* – layer 7, 3 tumpukan *pallet* – layer 1, 3 tumpukan *pallet* – layer 7, 4 tumpukan *pallet* – layer 1, dan 4 tumpukan *pallet* – layer 7 mendapat skor 7 yang masuk dalam level resiko sedang.

### c) Usulan

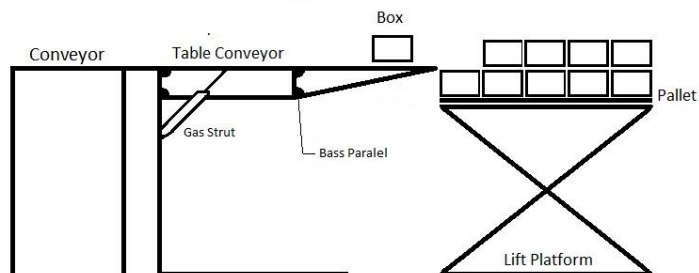
Perhitungan level resiko dan tindakan dengan metode REBA serta perhitungan beban kerja dengan %CVL yang menunjukkan bahwa postur kerja dan kegiatan tersebut perlu diperbaiki segera, oleh karena itu perbaikan dilakukan dengan mempertimbangkan pekerja baik pekerja *palletizing* ataupun operator *forklift* yang nantinya akan membawa *declared product* ke bagian *warehousing*. Perbaikan yang dilakukan diharapkan memberikan rasa nyaman pada pekerja *palletizing*, namun juga tidak menambah beban mental pada operator *forklift*. Beban mental yang dimaksud adalah beban saat harus memposisikan pengangkatan *forklift* sesuai dengan tinggi *pallet* yang dikerjakan.

Perbaikan yang dapat dilakukan pada bagian *palletizing* ini dengan mendesain ulang proses dengan penambahan peralatan yang nantinya akan berpengaruh terhadap kondisi pekerja pada bagian *palletizing* tersebut. Pendesainan ulang tersebut adalah mengubah gaya angkat menjadi gaya dorong. Gaya angkat terjadi saat pekerja mengangkat box *declared product* dari *conveyor* dan ditata diatas *pallet* akan diubah menjadi gaya dorong, sehingga beban pekerja lebih ringan. Selanjutnya, diperlukan alat bantu khusus yang bisa dilakukan pengaturan ketinggian sehingga pekerja tidak perlu membungkuk lagi saat pengerjaan layer 1 serta tidak perlu berjinjit saat pengerjaan layer 7, namun dapat diatur sesuai ketinggian yang paling nyaman menurut pekerja.

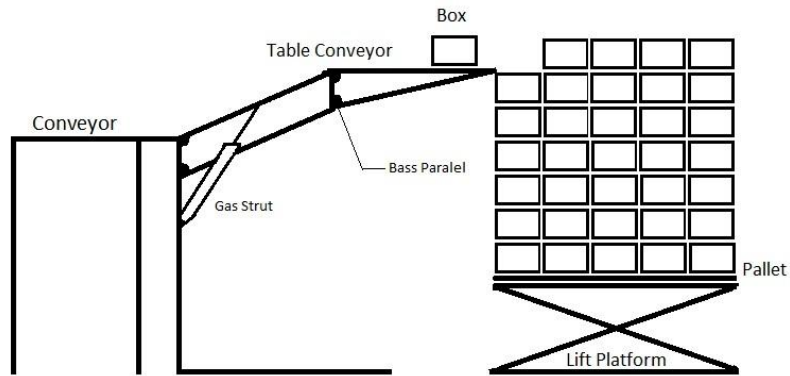
Alat yang bisa digunakan untuk meletakkan *pallet* agar bisa diatur ketinggiannya adalah *lift platform*. *Lift platform* bertujuan agar ketinggian *pallet* yang nantinya akan diletakkan diatas *lift platform* tersebut bisa diatur sesuai dengan pengerjaan layer, mulai dari layer 1 sampai 7. Selanjutnya, untuk mengatasi perubahan dari gaya angkat menjadi gaya dorong dilakukan dengan melakukan penambahan *table* (berbentuk seperti *conveyor*) yang dipasang diakhir *conveyor* dan *pallet*. *Table* ini berfungsi sebagai jembatan antara *conveyor* dan *pallet* sehingga pekerja hanya perlu mendorong box *declared product* tanpa mengangkat seperti sebelumnya. *Table conveyor* ini terdiri dari dua bagian yang disambung dengan *bass paralel*. Fungsi dari *bass paralel* adalah mempertahankan posisi *table* agar selalu lurus walaupun ada salah satu bagian diubah ketinggiannya.



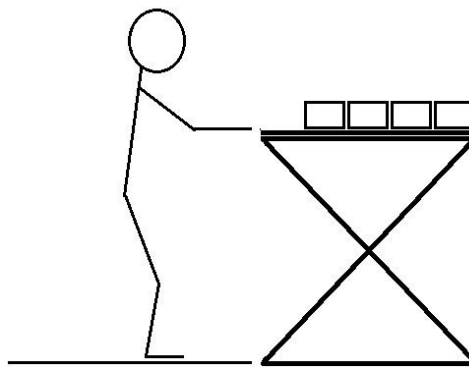
Gambar 5. Gambar ilustrasi pengerjaan layer 1



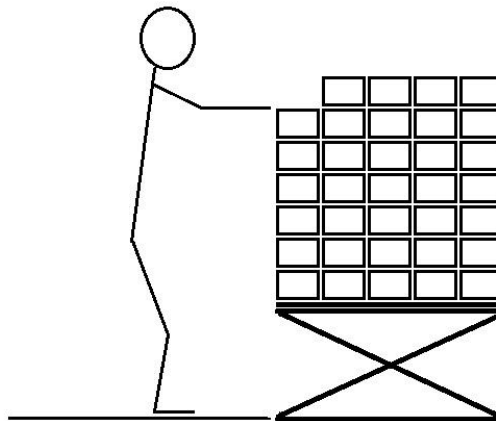
Gambar 6. Gambar ilustrasi pengerjaan layer 2



Gambar 7. Gambar ilustrasi pengerjaan layer 7



Gambar 8. Gambar ilustrasi postur kerja pengerjaan layer 1



Gambar 9. Gambar ilustrasi postur kerja pengerjaan layer 7

## 6. KESIMPULAN

- a) *Palletizing* pada Line 4 dikerjakan oleh 3 orang pekerja yang bekerja secara bergantian (2 bekerja, 1 istirahat). Tugas pekerja *palletizing* ini adalah mengambil *declared product* yang berjalan di atas conveyor untuk kemudian diletakkan dan ditata diatas *pallet*. Pekerja tersebut harus mengangkat 1 box minuman kaleng berisi 24 buah setinggi 7 layer, dimana 1 layer terdapat 16 box. Berat produk yang diangkat oleh pekerja sekitar 6,5 kg. *Pallet-pallet* tempat meletakkan produk biasanya dihantarkan oleh *forklift* dan ditumpuk menjadi beberapa tumpukan. Jumlah tumpukan ini tidak menentu yang mengakibatkan kesusahan pekerja saat melakukan tugasnya. Pasalnya, saat hanya terdapat 1 atau 2 tumpukan *pallet*, pekerja harus sangat membungkuk untuk dapat menjangkau *pallet*. Sedangkan saat terdapat 5 tumpukan *pallet*, pekerja merasa kesulitan dalam meletakkan produk saat mencapai layer terakhir yaitu tujuh.



- b) Dari hasil penilaian dengan metode REBA, diketahui bahwa pada saat terdapat 1 tumpukan – layer 1, 1 tumpukan *pallet* – layer 7 dan 2 tumpukan *pallet* - layer 1 memperoleh *Final REBA score* tertinggi yaitu 10 dengan level resiko tinggi dan level tindakan 3 yaitu segera diperbaiki. Kemudian saat terdapat 5 tumpukan *pallet* – layer 1 memperoleh *Final REBA score* sebesar 8 dengan level resiko tinggi dan level tindakan 3 yaitu segera dilakukan perbaikan. Saat terdapat 5 tumpukan *pallet* – layer 7, ternyata memperoleh *Final REBA score* sebesar 9 dengan level resiko tinggi dan level tindakan 3 yaitu segera dilakukan perbaikan. Untuk 2 tumpukan *pallet* – layer 7, 3 tumpukan *pallet* – layer 1, 3 tumpukan *pallet* – layer 7, 4 tumpukan *pallet* – layer 1, dan 4 tumpukan *pallet* – layer 7, kelima nya memperoleh *Final REBA score* sebesar 7 dengan level resiko sedang dan level tindakan 2 yaitu perlu dilakukan perbaikan.
- c) Solusi yang ditawarkan adalah dengan memperbaiki fasilitas kerja di bagian *palletizing* dengan menambahkan alat bantu. Alat bantu ini terdiri dari *table conveyor*, *gas strut* dan *lift platform*. *Table conveyor* diletakkan diujung *conveyor* utama dan berakhir di atas *pallet*. *Table conveyor* ini terdiri dari 2 bagian dimana ketinggian salah satu bagiannya dapat diatur dengan menggunakan *gas strut*. Bagian dari *table conveyor* yang lain menggunakan *bass paralel* yang berfungsi menjaga *table conveyor* tetap dalam posisi lurus walaupun ketinggian bagian yang lain berubah. Selanjutnya, *lift platform* digunakan untuk menopang *pallet*. Ketinggian *lift platform* ini bisa diatur sesuai kenyamanan pekerja. Dari penambahan alat bantu ini, *pekerja palletizing* tidak perlu membungkuk untuk melakukan pekerjaannya. *Table conveyor* juga berfungsi mengubah gaya angkat pekerja menjadi gaya dorong sehingga beban kerja yang dialami pekerja berkurang. Selain itu, beban mental operator *forklift* yang mengambil *declared product* berkurang karena ketinggian dari *pallet* yang sudah dikerjakan menjadi stabil. Dari rancangan alat tersebut, diharapkan dapat memperbaiki skor REBA pekerja yang sebelumnya bisa mencapai nilai 10 dengan level resiko tinggi menjadi nilai 7 dengan level resiko sedang.

## PUSTAKA

- Hignett, Sue, Lynn mcAtamney. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Journal of Applied Ergonomics*.
- Enggaela, Dyah Intani, Mas'ud Effendi, dan Panji Deoranto. (2007). Analisis Postur Kerja Tenaga Kerja Pengangkutan Gula di Gudang Penyimpanan Dengan Metode *OVAKO WORK POSTURE ANALYSIS SYSTEM* (OWAS). (Studi Kasus di PG. Rejo Agung Baru Madiun).
- Sutrio, Oktri M F. (2011). Analisis Pengukuran RULA dan REBA Petugas pada Pengangkutan Barang di Dudang dengan Menggunakan Software ErgoTintelligence (Studi kasus : Petugas Pembawa barang di Toko Dewi Bandung). Bandung: Prosiding Seminar Nasional Ritekra 2011.
- Sang, Asni, Rafael Djajakusli dan Syamsiar S. Russeng. (2013). Hubungan Risiko postur Kerja dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pemanen Kepala Sawit di PT. Sinergi Perkebunan Nusantara.
- Wakhid, Muhammad. (2013). Analisis Postur Kerja Pada Aktivitas Pengangkutan Buah Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang*.
- Nawi, N.S.M, B.M Deros, dan nN.Nordin. (2014). Assessment of Oil Palm Fresh Fruit Bunches Harvesters Working Postures Using REBA. *Departement of Mechanical and Materials Engineering, Faculty of Engineering and Built Environment, Universiti Kebangsaan Malaysia*.
- Agarwal P.K., Paul D., Kumar V., dan Banerjee D. (2015). Ergonomics Risk Assessment and Portural Analysis Auto-Rickshaw Drivers using RULA and REBA. *Production Engineering Departement Jadavpur University, Kolkata, West Bengal, India ISBN 978-93-5258-836-7*.
- Santosa, I Gede. (2015). Pengaruh Penerapan Ergonomi pada Fasilitas Kerja Terhadap Produktivitas Pekerja Pembungkus Dodol di Desa Penglatan Kabupaten Buleleng. *Jurnal Logic*. Vol. 15. No 2 Juli 2015.
- Madani, Dima Al dan Dababneh Awwad. (2016). Rapid Entire Body Assessment: A Literatur Review. *Departement of Indstrial Engineering, The University of Jordan, Amman, Jordan*.
- Prasetya, Yoga Dwi. (2016). *Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan Pekerja di CV. Sumber Jaya Furniture*. Skripsi S-1. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Tirth. R. Vachani, Sneha K. Swant dan Smita Pataskar. (2016). Ergonomics Risk Assessment of Musculoskeletal Disorder on Contruction Site. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology* p-ISSN: 2349-8404; e-ISSN: 2349-879X; Volume 3, Issue 3; January-March, 2016, pp. 228-231.
- M, Manasa, Rashmi Amrutha, Sudaf Darakhshan, Khazi Md Shah Nawaz, Srikanth N. (2017). Rapid Entire Body Portural Analysis & Assessment Device for Computer Operators. Departement of ECE R.Y.M Engineering College Ballari, Karnataka, India.



## PENENTUAN WAKTU STANDARD PADA PROSES *MIXING* BIHUN JAGUNG DI PT. XYZ

Yanuar Shinta Rakhmawati<sup>1</sup> dan Rahmadiyah Dwi Astuti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup>Staff Pengajar Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

Email: yanuarshinta61@gmail.com

### ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri makanan. Sebagai salah satu perusahaan makanan di Indonesia, PT. XYZ selalu menjamin kualitas mutu produksinya. Bihun jagung merupakan salah satu produk makanan yang diproduksi oleh PT. XYZ hingga saat ini. Dalam setiap proses produksinya, perusahaan ini mempunyai urutan proses kerja untuk setiap prosesnya. Selain itu penjaminan mutu produk selalu diperiksa di bagian product development quality control agar produk yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan yang ada. Salah satu proses yang paling berpengaruh terhadap kualitas adalah proses di stasiun *mixing*. Proses *mixing* bihun jagung belum dilengkapi dengan standar prosedur yang tertulis dan lengkap, sehingga operator kerja terkadang salah dalam melakukan proses kerja yang tidak diamati oleh kepala line produksi. Selain itu belum ada waktu standar dalam proses *mixing* bihun jagung yang membuat kuantitas batch *mixing* bergantung pada kemampuan operator. Maka dari itu, dalam penelitian ini akan dibuat sebuah Standar Operational Procedure dan perhitungan waktu standar untuk proses *mixing* bihun jagung, dalam pengukuran waktu ini dilakukan dengan pengukuran secara langsung. Diperoleh hasil SOP *mixing* bihun jagung terdapat 13 tahap dengan waktu standar selama 12,23 menit/batch.

**Kata Kunci:** Proses *Mixing*; SOP; Waktu Standard

### 1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur yang semakin berkembang pesat menuntut setiap industri untuk dapat bersaing agar dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Dalam persaingan tersebut setiap industri manufaktur tetap mengutamakan kualitas produk dan meningkatkan performa kerja sumber dayanya. Salah satu bentuk peningkatan performa kerja sumber daya yaitu dengan melakukan perbaikan sistem kerja secara berkala. Sistem kerja merupakan satu kesatuan antara tata kerja dan prosedur kerja sehingga membentuk suatu pola yang dengan tepat menyelesaikan sebuah pekerjaan (Kurnianto (2009) dalam Salma (2015)).

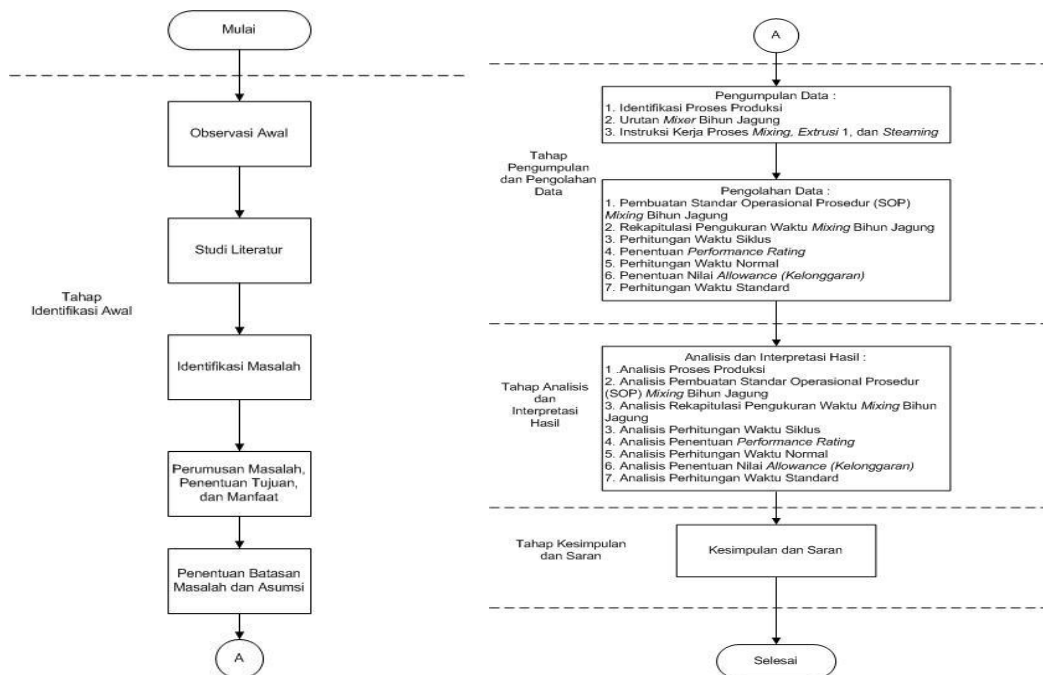
PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri makanan. Perusahaan yang menghasilkan produk makanan, diantaranya: bihun kering, bihun instan, mie kering, mie instan, permen, biskuit, serta taro. Perusahaan ini memiliki 3 shift untuk bagian produksi yang berjalan dari hari senin hingga hari sabtu. Shift 1 bekerja mulai pukul 07.00 WIB hingga pukul 15.00 WIB, shift 2 bekerja mulai pukul 15.00 WIB hingga pukul 23.00 WIB dan shift 3 bekerja mulai pukul 23.00 hingga pukul 07.00 WIB. Pada proses produksi bihun jagung, perusahaan sangat menjaga kualitas bahan baku dan proses pengolahan. Salah satu proses penting pada proses produksi bihun jagung ini adalah proses *mixing*, dimana seluruh bahan baku yang direkomendasikan dicampur dan diolah sesuai urutan proses pengolahan yang ditetapkan. Seluruh urutan proses dan rekomendasi bahan baku yang telah ditetapkan perusahaan harus dijalankan dengan benar agar kualitas produk yang dihasilkan juga akan terjaga. Pada stasiun *mixing* terdapat 8 line *mixing* dengan 7 line yang aktif beroperasi. Pada 7 line tersebut dibagi menjadi 2 bagian, yaitu line 1 hingga line 3 untuk produksi bihun jagung dan line 4 hingga line 7 untuk produksi bihun beras. Pada setiap line *mixing* terdapat 1 operator yang bertanggung jawab dalam proses *mixing* selama 1 shift.

Proses produksi bihun jagung di PT. XYZ memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) berupa instruksi kerja dan urutan proses kerja untuk setiap jenis bihun. Standar Operasional Prosedur adalah pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja instansi pemerintah berdasarkan indikator-indikator teknis, administrative, dan prosedural sesuai dengan tata kerja, prosedur kerja dan sistem kerja pada unit kerja yang bersangkutan (Atmoko, 2011). Wibowo (2010:67) mengungkapkan SOP merupakan standart kegiatan yang harus dilakukan secara berurutan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dan apabila ditaati akan membawa akibat seperti: lancarnya

koordinasi, tidak terjadi tumpang tindih atau duplikasi, terbinanya hubungan kerja yang serasi, kejelasan wewenang dan tanggung jawab setiap pegawai. Instruksi kerja yang dimiliki perusahaan belum jelas, karena untuk satu instruksi kerja ditunjukkan untuk lebih dari satu stasiun kerja. Pada instruksi kerja stasiun *mixing* dijadikan satu dengan intruksi kerja untuk stasiun *extrusi 1* dan *steaming*. Sedangkan untuk urutan proses produksi jenis bihun jagung belum memiliki standar prosedur yang jelas dan tertulis. Kedua hal tersebut membuat operator menjadi kesulitan dalam melakukan proses produksi pada stasiun tertentu bahkan beberapa operator diketahui melakukan kekeliruan dalam penerapan SOP yang ada yang dapat berpengaruh pada standar kualitas produk khususnya untuk proses *mixing*. Selain itu, belum terdapatnya waktu standar untuk proses *mixing* bihun juga membuat perusahaan kesulitan dalam menentukan alokasi waktu dan jumlah *batch* yang harus diproduksi dalam 1 hari, karena banyaknya *batch* yang harus diproduksi pada satu shift untuk 1 hari kerja, jika shift tersebut tidak dapat memenuhi produksi sesuai jadwal produksi, maka akan dilakukan pengerjaan oleh shift berikutnya pada hari tersebut yang dapat menyebabkan kerugian karena produksi yang menumpuk disatu shift tertentu. Menurut Crisyanti (2011), pelaksanaan SOP dapat dimonitor secara internal maupun eksternal dan SOP dievaluasi secara berkala sekurang-kurangnya satu kali dalam satu tahun dengan materi evaluasi mencakup aspek efisiensi dan efektivitas pemakaian SOP. Maka dari itu, dalam penelitian ini akan dibuat sebuah Standar Operasional Prosedur (SOP) dan perhitungan waktu standar untuk proses *mixing* dengan menggunakan pengukuran waktu kerja secara langsung menggunakan metode *Stopwatch Time Study* (STS). Pengukuran waktu kerja adalah suatu metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Pengukuran ini nantinya akan berhubungan dengan usaha-usaha dalam menentukan waktu baku (Astuti, 2015), sehingga dapat memudahkan perusahaan dalam menentukan kemampuan produksi *batch* untuk setiap harinya berdasarkan studi kerja yang dilakukan. Studi Kerja adalah pemeriksaan sistematis terhadap metode pelaksanaan kegiatan seperti untuk meningkatkan penggunaan sumber daya secara efektif dan untuk menetapkan standar kinerja untuk kegiatan yang dilakukan (Bhiradi & Singh (2014). Sedangkan SOP akan disajikan dalam bentuk *One Point Lesson* (OPL), menurut Cakrawijaya (2014) *One Point Lessons* (OPL) adalah presentasi secara visual dan singkat yang memberikan penjelasan dalam satu poin.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi proses dan membuat Standar Operasional Prosedur (SOP), menentukan waktu standar proses *mixing* oleh operator pada stasiun *mixing* bihun jagung PT. XYZ, serta memberikan usulan perbaikan berupa pembuatan SOP. Pembuatan SOP dan penentuan waktu standar ini diharapkan dapat menjadi bahan pedoman oleh perusahaan dan memudahkan operator stasiun *mixing* dalam melakukan pekerjaannya.

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses mixing bihun jagung belum memiliki instruksi kerja / SOP yang jelas, sehingga kemudian dibuat SOP yang sesuai dengan elemen kerja yang dilakukan operator secara jelas. *Standard Operational Procedure* (SOP) merupakan standard prosedur tertulis yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan pekerjaan (Budihardjo, 2014). Tujuan *Standard Operating Procedure* (SOP). Menurut Santosa (2014), tujuan dari penyusunan SOP diantaranya :

- Menyediakan sebuah rekaman aktivitas, juga pengoperasian secara praktis.
- Menyediakan sebuah informasi yang konsisten, oleh karenanya juga membentuk disiplin kepada semua anggota organisasi baik dalam institusi, organisasi, maupun perusahaan.
- Memudahkan menyaring, menganalisis, dan membuang hal-hal atau pekerjaan yang tidak perlu, yang tidak berkaitan secara langsung dengan prosedur yang sudah ada.
- Mendukung pengalaman dan pengetahuan pegawai, dan sekaligus juga mengantisipasi banyak kesalahan yang mungkin terjadi.
- Memperbaiki performa, atau kualitas pegawai itu sendiri.
- Membantu menguatkan regulasi perusahaan.
- Memastikan efisiensi tiap-tiap aktivitas operasional.
- Menjelaskan segala peralatan untuk keefektifan program pelatihan.

Agar efektif, SOP harus menyeluruh, ditulis dengan jelas yang menentukan "siapa, mengapa, bagaimana, kapan, kapan, dan bagaimana" sebuah tugas harus dilakukan, dan diimplementasikan dengan dokumentasi yang sesuai (R.H. Schmidt & P.D. Pierce, 2016). Perbaikan SOP proses mixing dibuat dalam bentuk *One Point Lesson* (OPL) agar dapat lebih dipahami oleh operator. OPL yang dibuat adalah sebagai berikut.

PT. XYZ	ONE POINT LESSON		No. reg
	TPM	OPL	Dibuat
Thema	Proses Mixing Bihun Jagung		Dibuat
Kasus	Berilah Tanda ( v ) <input checked="" type="checkbox"/> Jenis One Point Lesson <input type="checkbox"/> Pengetahuan Dasar <input type="checkbox"/> Trouble Shooting <input type="checkbox"/> Improvement		Ditetujui
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">1</div> <p>Baca jadwal produksi dan rekomendasi PDQC</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">2</div> <p>Menyiapkan pasokan bahan tepung jagung dan tepung tapioka sesuai rekomendasi PDQC</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">3</div> <p>Menyiapkan bahan Tambahan Pangan, zat A dan zat B sesuai rekomendasi PDQC</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">4</div> <p>Tuang tepung ke dalam mesin mixing</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">5</div> <p>Hidupkan panel mixer dan mixer kering selama 2 menit, tuang STP ke dalam bak mixer</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">6</div> <p>Isi air dalam tabung bak kanzui sesuai rekomendasi PDQC</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">7</div> <p>Larutkan zat A dalam tabung bak kanzui dan dididuk, kemudian alirkan air ke bak mixer</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">8</div> <p>Larutkan zat B dalam kemasan, kemudian masukkan ke dalam bak mixer secara merata</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">9</div> <p>Setelah air dalam bak kanzui habis, masukkan remukan ke dalam mixer, kemudian tutup mixer (tunggu kurang lebih 10 menit)</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">10</div> <p>Rapikan sisa kanzui tepung dan jaga sanitasi</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">11</div> <p>Isi formulir Mixing Variance Report setiap selesai satu batch</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">12</div> <p>Buka tutup bak mixer kemudian hidupkan panel mixer agar adonan masuk ke ekstruder</p> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="text-align: center;">13</div> <p>Setelah mixer berhenti, bersihkan sisa adonan yang menempel pada body mixer</p> </div> </div>			
Tanggal Implementasi			
Trainer (Pengajar)			
Trainee (Yang Belajar)			
EVALUASI Setelah Penerapan			
Keterangan	1. Mengerti, tapi belum dapat melakukannya 2. Dapat melakukan pekerjaan 3. Dapat melakukan pekerjaan tersebut sendiri (tanpa bantuan) 4. Dapat mengajarkan cara melakukan pekerjaan		

Gambar 2. OPL Proses *Mixing* bihun jagung

OPL yang dibuat berisi 13 poin yang merupakan gabungan dari urutan proses *mixing* bihun jagung dengan instruksi kerja untuk stasiun *mixing*. Sedangkan pengukuran waktu kerja yang dilakukan dengan pengambilan sampel sebanyak 15 kali proses *mixing* bihun jagung.

Setelah didapatkan rekapitulasi pengukuran waktu proses *mixing* bihun jagung, kemudian melakukan penghitungan waktu siklus. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses dari awal hingga akhir (Purnomo, 2003). Waktu siklus merupakan waktu rata-rata dari hasil pengukuran waktu sampel proses *mixing* bihun jagung tersebut tersebut.

**Tabel 1. Perhitungan waktu siklus**

No.	Elemen Kerja	Pengukuran Waktu (Detik)															Waktu Siklus (Detik)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Baca jadwal dan rekomendasi PDQC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	Menyiapkan paketan bahan tepung jagung dan tepung tapioka sesuai rekomendasi PDQC	30	24	25	28	29	32	33	31	34	31	30	29	28	27	26	29
3	Menyiapkan BTP (Bahan Tambahan Pangan), zat A dan zat B sesuai rekomendasi PDQC	4	5	4	7	4	5	6	5	7	5	7	5	7	6	7	6
4	Tuang tepung ke dalam mesin <i>mixing</i>	94	97	90	93	93	95	90	90	93	95	95	96	95	96	96	94
5	Hidupkan panel mixer dan mixer kering selama 2 menit, tuang BTP ke dalam bak mixer	122	122	124	123	124	122	123	122	124	124	123	122	123	123	122	123
6	Isi air dalam tabung bak <i>kanzui</i> sesuai rekomendasi PDQC	24	25	25	24	24	26	23	25	26	26	24	24	23	24	25	25
7	Larutkan zat A dalam tabung bak <i>kanzui</i> dan <i>diaduk</i> , kemudian alirkan air ke bak <i>mixer</i>	29	27	27	23	27	20	29	29	28	23	26	26	29	27	29	27
8	Larutkan zat B dalam kemasan, kemudian masukkan ke dalam bak <i>mixer</i> secara merata	8	9	9	8	10	11	16	15	13	15	15	14	13	13	12	12
9	Setelah air dari bak <i>kanzui</i> habis, masukkan remukan ke dalam <i>mixer</i> , kemudian tutup <i>mixer</i> (tunggu kurang lebih 10 menit)	99	97	110	95	90	87	88	88	90	92	89	92	87	90	90	92
10	Rapikan sak/karung tepung dan jaga sanitasi	10	13	7	10	9	11	13	9	9	11	9	10	11	10	14	10
11	Isi formulir <i>Mixing Variance Report</i> setiap satu <i>Batch</i>	30	21	35	39	38	40	38	35	50	39	37	35	33	36	31	36
12	Buka tutup bak <i>mixer</i> kemudian hidupkan panel <i>mixer</i> agar adonan masuk ke bak <i>hooper ekstrusi 1</i>	45	39	37	40	38	42	40	38	43	40	45	50	47	47	42	42
13	Setelah <i>mixer</i> berhenti, bersihkan sisa adonan yang menempel pada <i>body mixer</i>	14	15	10	17	18	15	16	19	20	18	16	16	22	21	11	17

Sumber: Data Perhitungan (2016)

**Tabel 2. Perhitungan Waktu Normal**

No.	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Performance Rating	Waktu Normal (Detik)
1	Baca jadwal dan rekomendasi PDQC	3	1.03	4
2	Menyiapkan paketan bahan tepung jagung dan tepung tapioka sesuai rekomendasi PDQC	29	1.18	35
3	Menyiapkan BTP (Bahan Tambahan Pangan), zat A dan zat B sesuai rekomendasi PDQC	6	1.18	7
4	Tuang tepung ke dalam mesin <i>mixing</i>	94	1.25	118
5	Hidupkan panel mixer dan mixer kering selama 2 menit, tuang BTP ke dalam bak mixer	123	1.15	142
6	Isi air dalam tabung bak <i>kanzui</i> sesuai rekomendasi PDQC	25	1.18	29
7	Larutkan zat A dalam tabung bak <i>kanzui</i> dan <i>diaduk</i> , kemudian alirkan air ke bak <i>mixer</i>	27	1.26	34
8	Larutkan zat B dalam kemasan, kemudian masukkan ke dalam bak <i>mixer</i> secara merata	12	1.26	16
9	Setelah air dari bak <i>kanzui</i> habis, masukkan remukan ke dalam <i>mixer</i> , kemudian tutup <i>mixer</i> (tunggu kurang lebih 10 menit)	92	1.18	109
10	Rapikan sak/karung tepung dan jaga sanitasi	10	1.16	13
11	Isi formulir <i>Mixing Variance Report</i> setiap satu <i>Batch</i>	36	1.21	44
12	Buka tutup bak <i>mixer</i> kemudian hidupkan panel <i>mixer</i> agar adonan masuk ke bak <i>hooper ekstrusi 1</i>	42	1.16	49
13	Setelah <i>mixer</i> berhenti, bersihkan sisa adonan yang menempel pada <i>body mixer</i>	17	1.16	20

Sumber: Data Perhitungan (2016)

Waktu normal merupakan waktu yang menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 2000). Waktu normal dihitung dengan mengalikan waktu siklus dengan *performance rating*. *Performance Rating* merupakan tingkat penyesuaian terhadap operator saat melakukan pekerjaan mereka sehingga dapat menormalkan waktu pekerjaan mereka. Dalam penentuannya ini menggunakan metode Westinghouse yang memperhatikan 4 faktor, yaitu kemampuan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi (*condition*), dan konsistensi (*consistency*) (Wignjosoebroto, 2000).

Waktu normal untuk setiap titik inspeksi dihitung dengan menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu standar (Al-Saleh, 2010). Waktu standar merupakan waktu baku yang telah memperhatikan penyesuaian dan kelonggaran operator dalam melakukan pekerjaannya (Wignjosoebroto, 2000). Untuk mendapatkan waktu standar menggunakan rumus:

$$Wb = Wn \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}\%} \quad (1)$$

Keterangan:

Wb = waktu standard (detik)

Wn = waktu normal (detik)

Allowance% = kelonggaran operator dalam %

**Tabel 3. Perhitungan Waktu Standard**

No.	Elemen Kerja	Waktu Normal (Detik)	Allowance (%)	Waktu Standard (Detik)
1	Baca jadwal dan rekomendasi PDQC	4	5	5
2	Menyiapkan paketan bahan tepung jagung dan tepung tapioka sesuai rekomendasi PDQC	35	25	47
3	Menyiapkan BTP (Bahan Tambahan Pangan), zat A dan zat B sesuai rekomendasi PDQC	7	12	8
4	Tuang tepung ke dalam mesin <i>mixing</i>	118	25	158
5	Hidupkan panel mixer dan mixer kering selama 2 menit, tuang BTP ke dalam bak mixer	142	10	158
6	Isi air dalam tabung bak <i>kanzui</i> sesuai rekomendasi PDQC	29	10	33
7	Larutkan zat A dalam tabung bak <i>kanzui</i> dan <i>diaduk</i> , kemudian alirkan air ke bak <i>mixer</i>	34	10	38
8	Larutkan zat B dalam kemasan, kemudian masukkan ke dalam bak <i>mixer</i> secara merata	16	10	18
9	Setelah air dari bak <i>kanzui</i> habis, masukkan remukan ke dalam <i>mixer</i> , kemudian tutup <i>mixer</i> (tunggu kurang lebih 10 menit)	109	14	127
10	Rapikan sak/karung tepung dan jaga sanitasi	13	12	15
11	Isi formulir <i>Mixing Variance Report</i> setiap satu <i>Batch</i>	44	10	49
12	Buka tutup bak <i>mixer</i> kemudian hidupkan panel <i>mixer</i> agar adonan masuk ke bak <i>hooper ekstrusi 1</i>	49	10	55
13	Setelah <i>mixer</i> berhenti, bersihkan sisa adonan yang menempel pada <i>body mixer</i>	20	10	23
Total Waktu Standard (Detik)				734
Total Waktu Standard (Menit)				12.23

Sumber: Data Perhitungan (2016)

Berdasarkan waktu standar yang diperoleh, maka dapat ditentukan kemampuan produksi bihin jagung untuk setiap 1 shiftnya sebagai berikut:

Waktu kerja 1 Shift = 8 jam

Waktu istirahat = 1 jam (tidak ditentukan)

Waktu kerja = 7 jam = 420 menit

Kemampuan produksi 1 shift =  $\frac{420 \text{ menit}}{12,23 \text{ menit}} = 34,34 \text{ batch/ Shift} \approx 35 \text{ batch/Shift}$

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Pembuatan SOP proses *mixing* bahun jagung dalam bentuk *One point Lesson* dengan urutan proses terdiri dari 13 proses.
2. Waktu standard yang diperoleh untuk proses *mixing* bahun jagung yaitu selama 12,23 menit.

#### PUSTAKA

- Astuti, D R. Tim Asisten LPSKE. (2015). Modul Praktikum Perencanaan Teknik Industri II. Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Atmoko, Tjipto. (2011). Standar Operasional Prosedur dan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah. Diakses dari <http://e-dokumen.kemenag.go.id/files/VenPYt421284811131.pdf>.
- Budihardjo, Ir. (2014). *Panduan Praktis Menyusun SOP*. Jakarta: Raih Asa Sukses.
- Bhiradi, Ishwar & Singh, B. K. (2014). Work Measurement Approach For Productivity Improvement In A Heavy Machine Shop. 5<sup>th</sup> International & 26<sup>th</sup> All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014), India.
- Cakrawijaya. (2014). 7.3 *One-Point Lessons*. Diakses dari <http://www.cakrawijaya.com/2010/07/one-point-lesson.html#.V96ZSoh97IU>
- Chrisyanti, Irra. (2011). Manajemen Perkantoran. Jakarta : Prestasi Pustaka Publisher.
- Al-Saleh, Khalid S. (2010). Productivity improvement of a motor vehicle inspection station using motion and time study techniques. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences* (2011) 23, 33–41, Saudi Arabia.
- Purnomo, H. (2003). Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- R.H. Schmidt & P.D. Pierce. (2016). Chapter 16 – The Use of Standard Operating Procedures (SOPs). *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition)*. A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2016, Pages 221–233
- Salma, A S. (2015). *Perbaikan Sistem Kerja dalam Pengisian Past Discontinue Confirmation Sheet (PDCS) untuk Produk Kijang TUV Model di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN) Jakarta Utara. Industrial Engineering Conference (IDEC) 2016*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Santosa, Joko D. (2014). Lebih Memahami SOP (Standard Operation Procedure). Surabaya : Kata Pena.
- Wibowo. (2010). Manajemen Kinerja. Jakarta: Rajawali Pers.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2000). Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Guna Widya.

## ANTROPOMETRI KAKI ORANG INDONESIA SEBAGAI DASAR STANDARDISASI UKURAN SEPATU

Dwita Astari Pujiartati<sup>1</sup>, Ari Widyanti<sup>2</sup>, Putra Alif R. Yamin<sup>3</sup>, Gradiyan Budi Pratama<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesa No 10 Bandung

E-mail: dwita.astari@mail.ti.itb.ac.id

### ABSTRAK

Kesesuaian dimensi produk dengan ukuran tubuh pengguna dibutuhkan untuk mengoptimalkan performa rancangan dan menunjang keamanan serta kesehatan pengguna. Untuk produk sepatu di Indonesia, standar ukuran Eropa masih digunakan sebagai dasar perancangan karena belum tersedianya data antropometri kaki. Pengumpulan data antropometri kaki orang Indonesia menjadi penting, terutama karena ras dan etnik merupakan faktor yang dapat mempengaruhi variasi dimensi tubuh manusia. Pengukuran dilakukan terhadap 100 orang yang terdiri dari 49 responden laki-laki dan 51 responden perempuan berusia 20-23 tahun secara manual dengan menggunakan meteran, penggaris, dan jangka sorong. Data yang dikumpulkan adalah data ukuran kaki kanan partisipan. Dimensi kaki yang diukur berjumlah 18 dimensi. Didapatkan data antropometri kaki manusia Indonesia dalam 18 dimensi. Data ini nantinya dapat digunakan sebagai dasar untuk standardisasi ukuran sepatu.

**Kata Kunci:** antropometri; ukuran, sepatu; Indonesia

### 1. PENDAHULUAN

Sebagai produk yang ditujukan untuk digunakan oleh manusia, sepatu memerlukan perancangan dengan memperhatikan faktor manusia atau menggunakan konsep *user centered design*. Pheasant (2003) menyatakan bahwa jika suatu objek, sistem, atau lingkungan dirancang untuk digunakan oleh manusia, maka rancangan yang digunakan harus sesuai dengan kondisi fisik dan mental dari pengguna. Dengan kesesuaian ini, akan dihasilkan produk yang efisien fungsinya, mudah digunakan, nyaman, sehat, aman, dan menunjang kehidupan yang berkualitas.

Salah satu yang perlu diperhatikan dalam perancangan produk adalah kesesuaian dimensi produk dengan antropometri pengguna. Antropometri sendiri merupakan cabang ilmu yang mempelajari tentang dimensi fisik tubuh manusia (Sutalaksana, 2006). Antropometri tubuh manusia bervariasi, ditentukan oleh usia, jenis kelamin, etnik, kelas sosial, dan pekerjaan (Pheasant, 2003). Untuk itu, dalam perancangan produk bagi kelompok manusia tertentu, perlu diperhatikan penggunaan data antropometri dari sampel yang tepat.

Untuk produk sepatu, standar ukuran yang umum digunakan di Indonesia adalah standar Eropa (EU), Inggris (UK), Amerika (US), dan Australia (AU). Konversi antar ukuran sepatu juga umumnya hanya didasarkan pada dimensi panjang sepatu saja, sedangkan kaki manusia memiliki beberapa dimensi (Goonetilleke, 2013; Kanaani dkk, 2010). Kenyataan bahwa produk sepatu yang digunakan menggunakan standar ukuran negara lain sedangkan populasi di suatu negara kemungkinan memiliki ukuran antropometri yang berbeda menyebabkan pentingnya dilakukannya penelitian untuk menghasilkan standar ukuran sepatu yang sesuai dengan data antropometri penduduk Indonesia.

Permasalahan dalam menghasilkan standar ukuran antropometri adalah bagaimana mengumpulkan dan mendapatkan data antropometri itu sendiri. Belum ada basis data antropometri khususnya untuk antropometri kaki yang dapat digunakan sebagai rujukan bagi Industri untuk merancang produknya. Hal ini juga yang menjadi penyebab standar dari luar lebih banyak digunakan dan produk dalam negeri menjadi kurang daya saingnya. Penelitian ini ditujukan sebagai langkah awal untuk penyediaan data antropometri kaki orang Indonesia yang nantinya diharapkan dapat dikembangkan menjadi standar ukuran sepatu Indonesia.



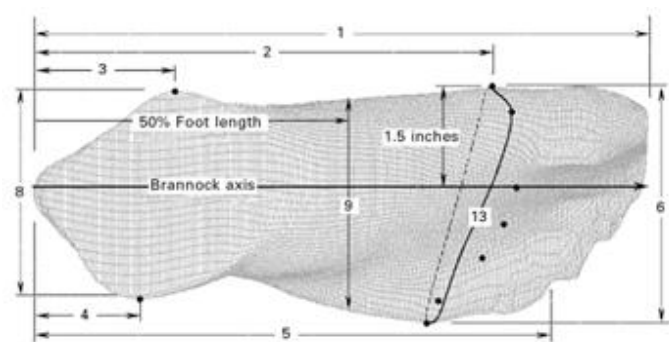
## 2. METODE PENELITIAN

### a. Responden

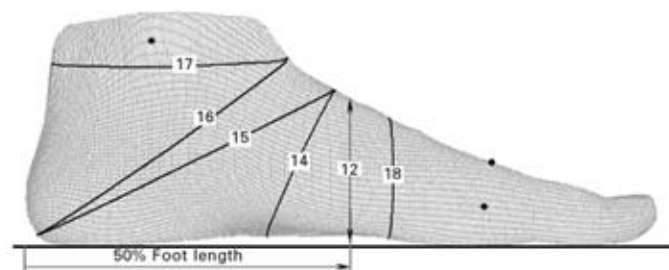
Pengumpulan data antropometri kaki melibatkan 100 responden yang terdiri dari 41 responden laki-laki dan 59 responden perempuan. Responden diambil dari mahasiswa tahun ketiga hingga tahun keempat Institut Teknologi Bandung (ITB) dengan rentang usia 20-23 tahun. Mahasiswa ITB sendiri berasal dari berbagai wilayah dan suku sehingga diharapkan mampu mewakili penduduk Indonesia.

### b. Dimensi Antropometri Kaki

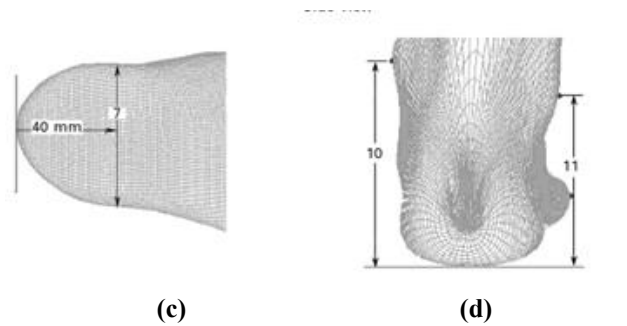
Dalam studi ini, antropometri kaki diukur dalam 18 dimensi seperti yang divisualisasikan oleh Goonetilleke (2013) pada gambar 1 dan dijelaskan dalam tabel 1. Dimensi-dimensi ini dibagi ke dalam empat kategori yang menggambarkan tinggi, lebar, tinggi, dan tebal dari kaki. Secara keseluruhan, terdapat 5 dimensi panjang, 4 dimensi lebar, 3 dimensi tinggi, dan 6 dimensi tebal. Pengukuran keseluruhan dimensi ini ditujukan untuk mendapatkan gambaran secara utuh mengenai bentuk kaki orang Indonesia, bukan hanya dari panjang dan lebar kaki saja.



(a)



(b)



**Gambar 1. Visualisasi Dimensi Kaki (a) tampak atas; (b) tampak samping; (c) tampak bawah; (d) tampak belakang (Goonetilleke, 2013)**

**Tabel 1. Dimensi antropometri kaki**

No	Ukuran	Kategori	Dimensi
1	Foot length	Panjang	Jarak sepanjang sumbu Brannock (arah-X) dari pternion ke ujung jari kaki terpanjang
2	Arch length		Jarak sepanjang sumbu Brannock dari pternion ke titik yang paling menonjol pada medial metatarsal pertama
3	Heel to medial malleolus		Panjang dari pternion ke titik yang paling menonjol secara medial dari Medial Malleolus, diukur sepanjang sumbu Brannock
4	Hell to lateral malleolus		Panjang dari pternion ke titik yang paling menonjol medial dari Lateral Malleolus, diukur sepanjang sumbu Brannock
5	Heel to 5th toe		Jarak sepanjang sumbu Brannock dari pternion ke ujung jari kelingking kaki
6	Foot width	Lebar	Lebar maksimum horisontal (arah Y), kaki bagian yang tegak lurus dengan sumbu Brannock ke bagian yang paling menonjol pada metatarsal kelima

**Tabel 1. Dimensi antropometri kaki (lanjutan)**

No	Ukuran	Kategori	Dimensi
7	Heel width	Lebar	Lebar dari tumit sebesar 40 mm ke arah pternion
8	Bimalleolar width		Jarak antara titik yang paling menonjol dari Medial Malleolus dengan titik paling menonjol pada Lateral Malleolus yang diukur sepanjang garis tegak lurus terhadap sumbu Brannock
9	Mid-foot width		Lebar horisontal maksimum, sepanjang bagian kaki yang tegak lurus dengan sumbu Brannock pada 50% panjang kaki dari pternion
10	Medial malleolus height	Tinggi	Jarak vertikal (arah Z) dari lantai ke titik yang paling menonjol pada Medial Malleolus
11	Lateral malleolus height		Jarak vertikal (arah Z) dari lantai ke titik yang paling menonjol pada Lateral Malleolus
12	Height at 50% foot length		Tinggi maksimum secara vertikal pada 50% panjang kaki dari pternion
13	Ball girth	Tebal	Lingkar kaki, diukur dengan pita menyentuh melalui bagian Medial Margin pada kepala dari tulang Metatarsal, puncak tulang Metatarsal pertama, dan bagian Lateral Margin pada kepala dari tulang Metatarsal kelima
14	Instep girth		Panjang lilitan terkecil dari punggung kaki pada bagian tengah kaki
15	Long heel girth		Panjang lilitan dari titik punggung kaki mengelilingi titik tumit belakang

16	Short heel girth		Panjang lilitan minimal mengelilingi titik tumit belakang dan punggung kaki
17	Ankle girth		Panjang lilitan horisontal pada persimpangan antara kaki dan pijakan kaki
18	Waist girth		Keliling pada sekitar pusat Metatarsal yang diukur pada bidang vertikal, tegak lurus dengan sumbu Brannock

#### c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tiga alat ukur, yaitu meteran ukur, penggaris, dan jangka sorong. Dimensi telapak kaki (dimensi 1-7 dan dimensi 9) diukur dengan menggambar (menjiplak) telapak kaki pada selembar kertas dan mengukur dimensi gambar yang dihasilkan menggunakan penggaris. Dimensi 8 dan dimensi 10-12 diukur dengan menggunakan jangka sorong. Dimensi 13-18 diukur dengan menggunakan meteran ukur.

Pengukuran dimensi kaki dilakukan dengan bantuan mahasiswa Institut Teknologi Bandung yang sebelumnya telah diberikan pengarahan dan pelatihan. Waktu pengukuran dilakukan pada rentang pagi hingga sore hari. Untuk pengukuran data, dimanfaatkan waktu kuliah mahasiswa sehingga mahasiswa serius dalam melakukan pengukuran.

#### d. Pengolahan Data

Langkah pengolahan yang pertama kali dilakukan adalah pengujian kecukupan data. Dengan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%, data seluruh dimensi dinyatakan cukup mewakili populasi karena jumlah sampel yang dibutuhkan kurang dari 100.

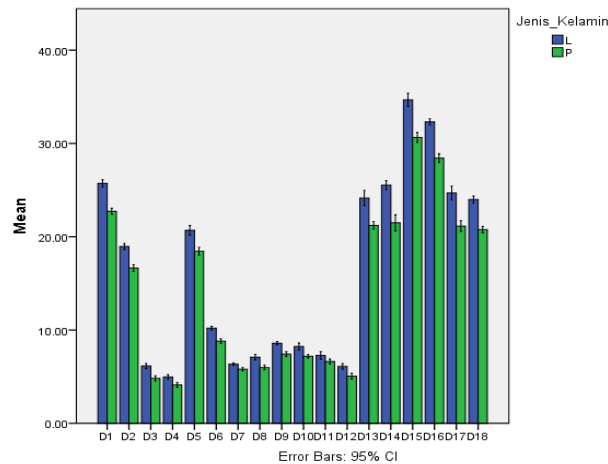
Setelah data yang ada dinyatakan cukup menggambarkan populasi, selanjutnya dilakukan uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorof-Smirnov* dengan bantuan IBM SPSS Statistic 20 dengan  $H_0$ : data berdistribusi normal dan  $H_1$ : data tidak berdistribusi normal. Dari hasil uji statistik didapatkan nilai signifikansi untuk seluruh dimensi  $>0.05$  sehingga disimpulkan data berdistribusi normal.

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah penentuan persentil dan uji beda data. Penentuan persentil dilakukan dengan menggunakan formulasi *Microsoft Excel* dengan memisahkan antara persentil data responden pria dan wanita. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran apakah sebenarnya ada perbedaan antara dimensi kaki pria dan wanita. Uji beda dilakukan dengan menggunakan *t-test* terhadap data dimensi kaki pria dan wanita.

### 3. HASIL

#### a. Uji Perbedaan

Uji beda dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara dimensi kaki laki-laki dan perempuan. Uji beda menggunakan *independent sample t-test* melalui dua tahap yaitu tahap uji homogenitas menggunakan *Levene test* untuk mengetahui kesamaan variansi data dan *t-test* itu sendiri. Berdasarkan hasil *Levene test*, didapatkan nilai signifikansi untuk seluruh (18) dimensi  $> 0.05$  sehingga disimpulkan kedua kelompok data memiliki variansi yang sama. Untuk hasil *t-test* dengan  $H_0$  rata-rata kedua populasi sama; dan  $H_1$  rata-rata kedua populasi berbeda, dihasilkan nilai signifikansi untuk seluruh (18) dimensi  $< 0.001$  sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata ukuran kaki laki-laki dan perempuan untuk 18 dimensi yang diukur secara signifikan berbeda. Perbedaan ini digambarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rerata Dimensi Kaki Laki-Laki dan Perempuan Indonesia

#### b. Uji Deskriptif

Setelah disimpulkan bahwa ukuran kaki laki-laki dan perempuan berbeda, kemudian dilakukan uji deskriptif dari data. Uji deskriptif yang dilakukan adalah penentuan besar rerata, standar deviasi, serta persentil 5, 50, dan 90. Hasil uji deskriptif dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Deskriptif Laki-laki dan Perempuan

No	Laki-Laki					Perempuan				
	Rerata	SD	P5	P50	P95	Rerata	SD	P5	P50	P95
1	25.67	1.37	23.90	25.60	27.80	23.69	1.80	21.35	23.40	26.54
2	18.91	1.07	17.10	19.10	20.30	17.33	1.43	14.98	17.70	19.22
3	6.17	1.07	4.40	6.00	7.60	5.15	1.08	3.85	5.00	7.21
4	4.98	0.94	3.50	4.90	6.60	4.43	1.18	3.19	4.20	6.52
5	21.02	1.57	17.70	21.30	22.50	19.16	1.48	17.17	19.30	21.51
6	10.10	0.76	8.70	10.20	11.00	9.25	1.13	7.59	9.00	11.10
7	6.37	0.49	5.70	6.40	7.12	5.98	0.66	5.00	6.00	7.12
8	7.13	1.08	5.30	7.09	8.80	6.48	1.08	5.00	6.50	8.43
9	8.63	0.66	7.80	8.50	9.60	7.71	0.97	6.10	7.70	9.23
10	8.35	0.79	7.09	8.50	9.20	7.64	0.90	6.43	7.40	9.40
11	7.22	1.06	5.50	7.30	8.70	7.07	1.46	5.38	6.80	9.02
12	5.95	1.13	4.10	6.30	7.30	5.63	1.34	3.80	5.50	8.00
13	24.23	2.56	22.00	24.20	27.40	22.55	2.45	19.39	21.90	27.00
14	25.27	1.60	23.30	25.00	28.30	23.01	3.03	19.95	22.60	28.12
15	34.66	2.28	31.80	34.70	38.20	31.93	2.36	28.41	31.50	35.51
16	32.31	1.13	30.80	32.30	34.10	29.74	2.40	26.09	29.40	34.31
17	24.55	2.44	21.20	24.80	28.00	22.46	2.46	18.49	22.10	26.91
18	23.70	1.15	22.00	23.70	25.50	21.93	2.18	19.00	21.30	25.46

#### 4. DISKUSI

Studi ini menggunakan data dari dua kelompok populasi, kelompok laki-laki dan perempuan. Dari uji beda yang dilakukan terhadap seluruh dimensi kaki, didapatkan bahwa ukuran kaki laki-laki dan perempuan secara signifikan berbeda. Ukuran kaki laki-laki lebih besar dibandingkan dengan ukuran kaki perempuan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pheasant (2003) bahwa jenis kelamin merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi antropometri manusia. Nantinya, dalam merancang standar ukuran kaki,

hasil uji ini dapat dijadikan dasar untuk menghasilkan dua standar ukuran sepatu, sepatu untuk laki-laki dan perempuan.

Dalam studi ini, tidak dilakukan analisis dimensi antropometri kaki terhadap usia responden karena rentang usia responden yang sempit yaitu pada rentang 20-23 tahun. Penelitian serupa berupa pengumpulan data antropometri orang Iran (Kanaani dkk, 2010) yang melibatkan responden berusia 18-25 tahun juga menghasilkan kesimpulan bahwa tidak terlihat pola dari perubahan ukuran kaki dengan berubahnya usia. Perbedaan ukuran kaki dengan berbedanya usia lebih disebabkan oleh evolusi sehingga dibutuhkan variasi sampel yang lebih besar jika ingin melihat pola dari segi usia.

Uji beda menunjukkan bahwa dari perbedaan jenis kelamin pun, 18 dimensi kaki manusia sudah berbeda. Dari kesimpulan ini, dapat dinyatakan juga bahwa untuk menentukan standar ukuran kaki, tidak bisa hanya digunakan panjang kaki seperti yang selama ini banyak di praktekkan di industri. Standar jumlah dimensi sendiri sebenarnya beragam, bergantung pada kebutuhan.

Hasil studi Goonetilleke (1997) menyatakan bahwa antropometri kaki manusia seharusnya tidak hanya diukur berdasarkan panjang dan lebar saja, tetapi juga tinggi. Studi ini kemudian dikembangkan dan pada tahun 2013 menghasilkan visualisasi dimensi kaki yang diwakili ukuran panjang, lebar, ketinggian, dan ketebalan dengan jumlah total 18 dimensi. Berbeda dengan Kanaani dkk (2010), dalam penelitiannya hanya digunakan 8 dimensi. Dalam penelitian ini, digunakan referensi pembagian dimensi terbanyak yaitu sebanyak 18 dimensi karena ingin dilakukan pengumpulan database yang baik dan lengkap yang nantinya dapat dikembangkan untuk menghasilkan standar ukuran sepatu Indonesia.

Pengumpulan data antropometri menghasilkan data 18 dimensi kaki orang Indonesia yang disertai dengan presentil. Presentil dapat digunakan sebagai dasar perancangan, dimana persentil 95 dan 5 digunakan untuk individu yang ekstrim (Sutalaksana, 2013). Meskipun demikian, dalam pemilihan sepatu, rancangan tidak ditujukan untuk menghasilkan hanya satu ukuran saja melainkan beberapa ukuran untuk meningkatkan performansi produk. Untuk itu, perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk menghasilkan model yang menggambarkan hubungan antar dimensi kaki dan bagaimana pengelompokannya sehingga didapatkan beberapa ukuran standar sepatu untuk orang Indonesia.

Meskipun telah dikumpulkan data antropometri kaki yang cukup mewakili populasi orang Indonesia, pengukuran ini memiliki beberapa kelemahan. Data yang didapatkan hanya berasal dari mahasiswa muda. Dimungkinkan adanya perbedaan data dengan perbedaan usia. Perlu dilakukan pengembangan data, tidak hanya dari segi jenis kelamin dan usia, melainkan juga dari segi pekerjaan dan kondisi sosial. Selain itu, perlu diperhatikan juga penggunaan alat ukur dalam membuat sepatu nantinya. Penelitian yang dilakukan oleh Lee dkk. (2014) menyatakan bahwa perbedaan alat ukur mungkin akan mengakibatkan perbedaan hasil pengukuran.

## PUSTAKA

- Goonetilleke, R. S., E. Cheuk Fan Ho, Richard H. Y. (1997) "Foot anthropometry in Hong Kong." *Proceedings of the ASEAN 97 Conference*.
- Goonetilleke, R. S. (2013). *The Science of Footwear*. Boca Raton: CRC Press.
- Kanaani, J.M., Mortazavi.S.B., Khavanin, A., Mirzai, R., Rasolzadeh, Y., Mansurizadeh,M., (2010). "Foot Anthropometry of 18-25 years of Iranian Male Students".*Asian Journal of Scientific Research*. vol 3. no 1. pp 62-69.
- Lee, Yu-Chi, Lin, Gloria, Wang, M.J. "Comparing 3D foot scanning with conventional measurement method".*Journal of Foot and Ankle Research*.7:44.
- Pheasant, Stephen (2003). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics, and the Design of Work Second Edition*. The Taylor & Francis e-Library.
- Sutalaksana, I. Z. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Penerbit ITB.

## OPTIMASI KAPASITAS DAN KOMPOSISI CRUDE UNIT CDU-II PT. PERTAMINA (PERSERO) RU IV CILACAP UNTUK MENCAPAI KAPASITAS FEED UNIT RFCC 100% DESAIN

Abror<sup>1</sup>, Ilham Priadythama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl.Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia  
Telp. (0271) 646994

Email : [ab.ror2309@gmail.com](mailto:ab.ror2309@gmail.com), [priadythama@gmail.com](mailto:priadythama@gmail.com)

### ABSTRAK

Salah satu unit produksi pada PT.Pertamina (Persero) RU IV Cilacap adalah unit Residual Fluid Catalytic Cracker (RFCC) dimana unit ini berfungsi untuk mengolah residue dari unit produksi Fuel Oil Complex (FOC II) yang merupakan kilang produksi yang menghasilkan bahan bakar minyak (BBM), dimana beroperasinya unit RFCC ini berguna untuk memenuhi kebutuhan BBM dan meningkatkan margin perusahaan. Untuk meningkatkan margin perusahaan, maka kinerja unit RFCC harus maksimal sehingga dibutuhkan feed unit Crude Distillation Unit (CDU II) yang merupakan bagian dari unit FOC II yang optimal untuk mencapai kapasitas feed unit RFCC maksimal atau 100% desain. Pada penelitian ini menggunakan template simulation untuk mengetahui proses produksi dari tahap awal berupa crude oil sampai tahap akhir berupa produk jadi dan menggunakan fitur Solver pada Microsoft Excel untuk menemukan solusi optimal dalam proses optimasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas dan komposisi crude yang optimal untuk mendapatkan feed unit RFCC 100% desain dan mendapatkan margin yang optimal. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini dimana kondisi yang paling optimum adalah komposisi crude pada kasus 1 dengan feed CDU II sebesar 190 MBSD dimana komposisi crude tersebut dapat memenuhi kapasitas feed RFCC dan memiliki margin yang optimal yaitu 11,03 USD/Barrel.

**Kata Kunci :** BBM; Crude Oil; Margin; Optimasi; RFCC;

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, perkembangan teknologi semakin pesat. Perkembangan teknologi sangat mempengaruhi kehidupan manusia pada zaman ini. Salah satunya adalah perkembangan teknologi di bidang transportasi. Dalam bidang transportasi, kendaraan bermotor sebagai alat transportasi telah menjadi salah satu kebutuhan primer setiap manusia. Oleh karena itu, penggunaan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi semakin meningkat. Peningkatan volume kendaraan tersebut menyebabkan kebutuhan BBM (bahan bakar minyak) di Indonesia semakin meningkat. Bahan bakar minyak (BBM) adalah jenis bahan bakar (*fuel*) yang dihasilkan dari pengolahan minyak mentah. Di Indonesia, kebutuhan BBM tersebut dipasok oleh perusahaan pengolahan minyak bumi milik Negara yaitu PT Pertamina (Persero). PT Pertamina (Persero) mempunyai 7 unit pengolahan, salah satunya yang terlengkap dan terbesar adalah PT Pertamina (Persero) Refinery Unit IV Cilacap yang mengolah minyak mentah menjadi produk BBM dan Non BBM untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Minyak mentah yang diolah di PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap terdiri atas *Import Crude* dan *Domestic Crude*. *Import Crude* adalah minyak mentah hasil impor dari Timur Tengah, Afrika, dan Negara-negara penghasil minyak mentah lainnya, seperti *Arabian Light Crude* (ALC), *Iranian Light Crude* (ILC), *Coco*, *Kidurong*, dan lain-lain. Sedangkan *Domestic Crude* adalah minyak mentah hasil pengeboran di berbagai wilayah Indonesia, seperti *Attaka*, *Belanak*, *Cinta*, *Duri* dan lain-lain. *Import Crude* memiliki kadar sulfur yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Domestic Crude*, yang diperlukan dalam proses produksi *Lube Base Oil*. Sehingga terdapat perbedaan *feed crude oil* untuk setiap unit pengolahan yang menghasilkan produk yang berbeda. Pada RU IV Cilacap terdapat dua unit pengolahan minyak mentah menjadi produk BBM, yaitu *Fuel Oil Complex* (FOC) I dan *Fuel Oil Complex* (FOC) II. FOC I mengolah minyak mentah untuk menghasilkan produk BBM dimana *residue* dari pengolahan akan diolah di *Lube Base Oil* (LOC) untuk menghasilkan *lube base oil* dan aspal. *Feed* yang dibutuhkan unit FOC I adalah *import crude* dengan spesifikasi tertentu agar dapat menghasilkan *lube base oil*. Sedangkan FOC II mengolah minyak mentah untuk menghasilkan produk BBM dan produk samping berupa *paraxylene*, *benzene* dan produk aromatik lainnya dari unit Kilang Paraxylene Cilacap (KPC) serta *residue* yang dihasilkan akan diolah di unit *Residual Fluid Catalytic Cracker* (RFCC) untuk menghasilkan produk BBM, LPG dan *propylene*. *Feed* yang dibutuhkan unit FOC II adalah *cocktail crude* atau campuran dari *import crude* dan *domestic*

*crude*. Untuk menghasilkan produk yang diinginkan maka diperlukan penentuan persentase tiap jenis *crude* dalam *cocktail crude*. Pada unit FOC II, residue yang dihasilkan akan diolah kembali menjadi produk yang lebih menguntungkan di unit RFCC sehingga dapat meningkatkan margin perusahaan. Margin perusahaan akan optimal apabila *residue* hasil pengolahan dari FOC II semuanya dapat menjadi *feed* yang masuk untuk diolah di unit RFCC. Sehingga untuk mendapatkan margin yang maksimal kita harus mengetahui komposisi *crude* yang optimal agar *feed* untuk RFCC optimal dan menghasilkan produk yang berkualitas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas dan komposisi *crude* yang optimal sebagai *feed* CDU II untuk mendapatkan *feed* RFCC dengan kapasitas 100% desain dan untuk mengetahui kapasitas dan komposisi *crude* untuk mendapatkan margin yang optimal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

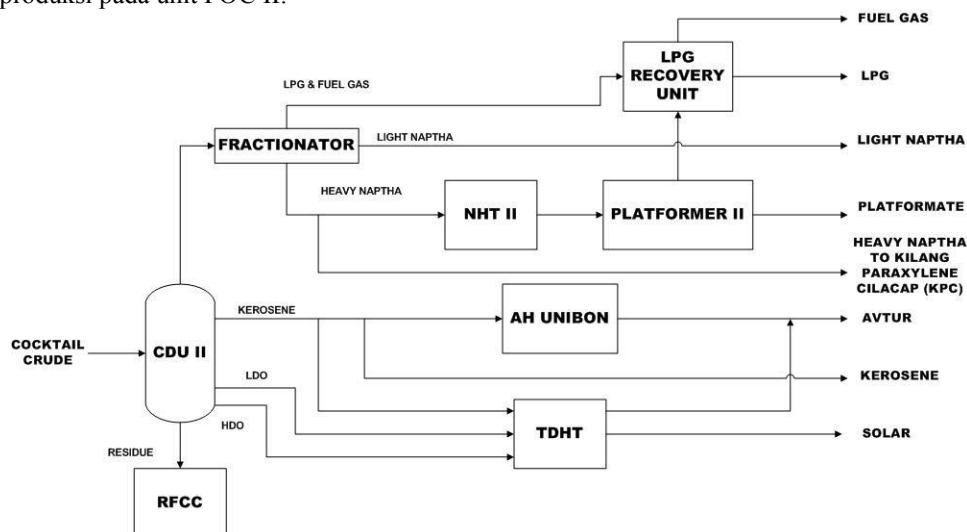
### 2.1 Crude Oil

*Crude Oil* atau Minyak bumi, dijuluki juga sebagai *emas hitam*, adalah cairan kental, berwarna coklat gelap, atau kehijauan yang mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Minyak bumi terdiri dari campuran kompleks dari berbagai hidrokarbon, sebagian besar seri alkana, tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya. Minyak bumi diambil dari sumur minyak di pertambangan-pertambangan minyak. Lokasi sumur-sumur minyak ini didapatkan setelah melalui proses studi geologi, analisis sedimen, karakter dan struktur sumber, dan berbagai macam studi lainnya. Setelah itu, minyak bumi akan diproses di tempat pengilangan minyak dan dipisahkan hasilnya berdasarkan titik didihnya sehingga menghasilkan berbagai macam bahan bakar, mulai dari bensin dan minyak tanah sampai aspal dan berbagai reagen kimia yang dibutuhkan untuk membuat plastik dan obat-obatan. Minyak bumi digunakan untuk memproduksi berbagai macam barang dan material yang dibutuhkan manusia.

Industri minyak bumi pada umumnya mengklasifikasi minyak mentah berdasarkan lokasi geografis dimana minyak tersebut diproduksi (misalnya West Texas Intermediate, Brent Blend, atau Dubai crude), Gravitasi API (sebuah ukuran pada industri minyak mentah untuk mengklasifikasi minyak berdasarkan massa jenisnya), dan kandungan sulfurnya. Minyak bumi digolongkan ringan (*light crude*) apabila massa jenisnya kecil dan berat (*heavy crude*) apabila massa jenisnya besar. Minyak bumi juga digolongkan manis (*sweet crude*) apabila kandungan sulfurnya sedikit dan digolongkan asam (*sour crude*) apabila kandungan sulfurnya tinggi.

### 2.2 Fuel Oil Complex II (FOC II)

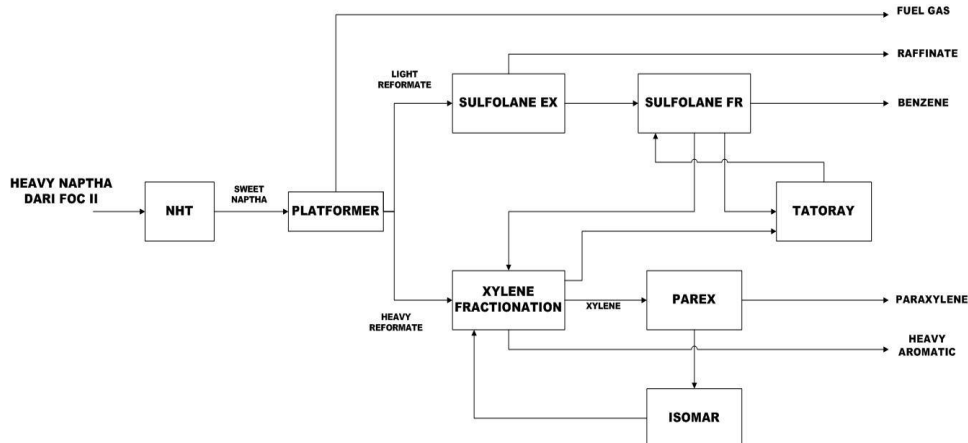
*Fuel Oil Complex II* merupakan unit pengolahan minyak mentah yang inputnya merupakan *cocktail crude* (*mixed crude*) yaitu *crude oil* campuran yang berasal dari dalam negeri dan mengandung sulfur rendah. Tetapi saat ini terjadi perkembangan dimana FOC II dapat mengolah bermacam-macam *crude* seperti *Katapa Crude*, *Sumatra Light Crude*, *Arimbi Crude*, *Arun Condensate*, *Duri Crude* dan lain-lain dimana komposisi *crude-crude* tersebut diatur agar dapat sesuai dengan spesifikasi *crude* yang masuk di unit-unit produksi *fuel oil complex II*. Unit ini terletak pada area 01 dengan kapasitas per harinya yaitu 230.000 BPSD (barrel/stream day). Proses produksi yang terjadi di unit FOC II berawal dari *cocktail crude* sebagai *feed* yang masuk ke *Crude Distilling Unit* (CDU II) menghasilkan beberapa fraksi yaitu LPG, *fuel gas*, *light naptha*, *heavy naptha*, kerosene, LDO, HDO dan residue. Berikut ini adalah proses produksi pada unit FOC II.



**Gambar 1. Proses Produksi pada FOC II**

### 2.3 Kilang Paraxylene Cilacap (KPC)

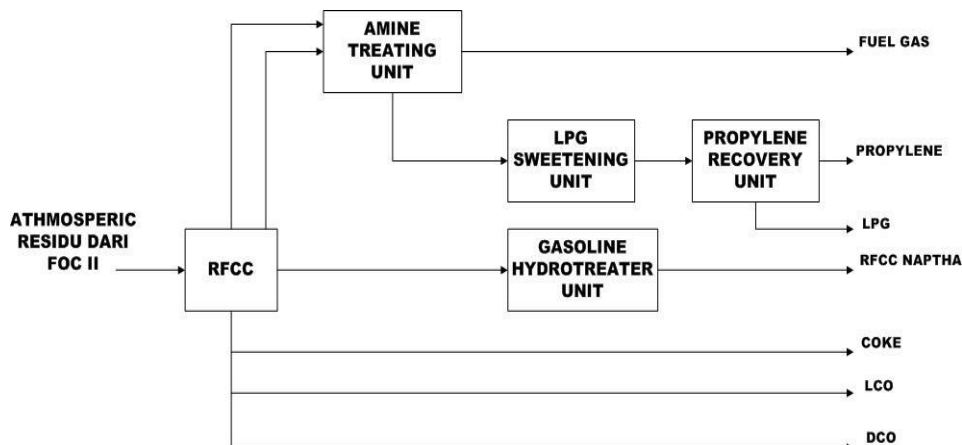
Kilang *Paraxylene* merupakan kilang pengolahan produk petrokimia, seperti *Paraxylene* dan *Benzene*. *Feed* yang digunakan untuk kilang ini adalah *Heavy Naptha* yang berasal dari kilang FOC II. Tujuan dari pembangunan kilang *Paraxylene* adalah untuk memenuhi kebutuhan bahan baku *Paraxylene* untuk pabrik *Purified Terephthalic Acid* (PTA) di Plaju, Sumatra Selatan dan untuk menghemat devisa, karena selama ini bahan baku *Paraxylene* masih membeli dari luar negeri. Proses produksi pada unit KPC diawali dari *heavy naptha* dari unit FOC II yang masuk sebagai *feed* unit NHT yang akan menghasilkan *sweet naptha* dan kemudian diolah di unit Platformer yang akan menghasilkan *fuel gas*, *light reformat* dan *heavy reformat*. Berikut ini adalah proses produksi pada unit KPC.



**Gambar 2. Proses Produksi pada KPC**

### 2.4 Residual Fluid Catalytic Cracker (RFCC)

Kilang RFCC Cilacap merupakan kilang kedua yang dimiliki oleh PT. Pertamina (Persero) dari seluruh unit pengolahan yang ada di Indonesia. Kilang RFCC pertama dibangun di RU VI Balongan, Indramayu. Pembangunan proyek RFCC ini dilaksanakan atas dasar perkiraan permintaan minyak di Indonesia yang terus meningkat dan untuk mengurangi ketergantungan Indonesia akan impor produk minyak. Melalui proyek ini diharapkan Indonesia mampu meningkatkan ketahanan energi nasional dan menghindari krisis energi yang dapat terjadi di Indonesia beberapa tahun mendatang. Proses produksi pada unit RFCC diawali dari *residue* atau LSWR dari unit FOC II yang masuk sebagai *feed* di unit RFCC yang akan menghasilkan *fuel gas*, *propylene*, *LPG*, *RFCC naptha*, *coke*, *LCO* dan *DCO*. Berikut ini adalah proses produksi pada unit RFCC.



**Gambar 3. Proses Produksi pada RFCC**

### 2.5 Optimasi



Optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat dicapai). Optimasi dapat diartikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal. Menurut Nash dan Sofer (1996), optimasi adalah sarana untuk mengekspresikan model matematika yang bertujuan memecahkan masalah dengan cara terbaik. Optimasi hampir berfungsi pada seluruh bidang yang memerlukan usaha secara efektif dan efisien dalam mencapai target yang diinginkan. Untuk tujuan bisnis, hal ini berarti memaksimalkan keuntungan dan efisiensi serta meminimalkan kerugian, biaya atau resiko. Hal ini juga berarti merancang sesuatu untuk meminimalisasi bahan baku atau memaksimalkan keuntungan. Adapun keinginan untuk memecahkan masalah dengan model optimasi secara umum sudah digunakan pada banyak aplikasi. Untuk model yang kompleks dengan berbagai kerumitan yang ada, keputusan bisnis akan sangat berpengaruh. Dalam beberapa dasawarsa ini, telah dikembangkan *hardware* dan *software* komputer yang berhasil melakukan optimasi secara praktis dalam bisnis dan ilmu pengetahuan. Sekarang ini pemecahan masalah dengan ribuan atau bahkan jutaan variabel menjadi mungkin untuk diselesaikan. Terkait dengan perkembangan *software* komputer, saat ini sudah banyak diciptakan *software* komputer yang digunakan untuk melakukan optimasi, diantaranya yaitu LINDO (Linear, Interactive and Discrete Optimizer) atau LINGO, QM, POM for Windows, Solver Excel dsb. Diantara beberapa *software* komputer yang relatif lebih mudah digunakan yaitu Solver Excel.

## 2.6 Metode Trial and Error

Metode *trial and error* adalah suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan percobaan yang sangat banyak. Secara harfiah *trial and error* artinya adalah coba-coba. Dalam metode ilmiah, metode *trial and error* ini tidak dapat diartikan sebagai coba-coba karena kata coba-coba mengandung unsur spekulatif. Tingkat keberhasilannya tidak dapat dipertanggungjawabkan. Sementara istilah *trial and error* ini bermakna melakukan percobaan dengan banyak dan menyingkirkan eksperimen yang gagal dilanjutkan dengan percobaan yang baru dengan berpatakan pada percobaan yang gagal sebelumnya.

## 2.7 Fitur Solver pada Software Ms. Excel

Salah satu penggunaan komputer sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan adalah penggunaan berbagai jenis *spreadsheet solver*. *Solver* adalah sebuah *spreadsheet optimizer* dan *goal seeking* yang merupakan program *add-in* dalam *software* Ms.Excel.

Dalam *solver* terdapat beberapa tahap, yaitu :

1. Goals seeking, pada tahap ini *solver* berfungsi untuk mendapatkan suatu nilai dalam target cell yang harus sama dengan suatu nilai tertentu. Aplikasinya berupa penyelesaian terhadap permasalahan dalam break-even analysis. Atau internal rate of return atau persamaan simultan.
2. Unconstrained Optimization, pada tahap ini *solver* berfungsi untuk mendapatkan suatu nilai dalam suatu target cells, untuk dimaksimalkan atau diminimalkan. Aplikasinya berupa penyelesaian terhadap permasalahan dalam inventory problem.
3. Constrained optimization, pada tahap ini *solver* memperbolehkan penetapan beberapa constrain bersama-sama dengan suatu target cell untuk dioptimumkan nilainya.

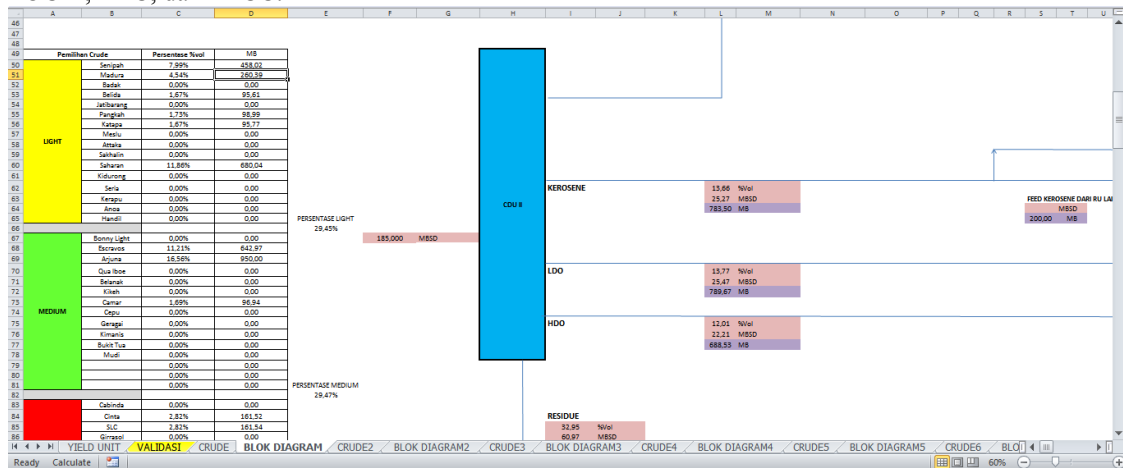
## 3. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dari tanggal 1 September – 7 Oktober 2016 di PT.PERTAMINA (PERSERO) RU IV Cilacap bagian *Refinery Planning & Optimization*. Langkah awal adalah mencari informasi tentang pokok permasalahan dan melakukan studi literature yaitu dengan mempelajari beberapa *literature* yang berkaitan dengan proses, kapasitas unit dan pola operasi di Kilang Minyak *Fuel Oil Complex II* serta melakukan wawancara langsung dalam bentuk pertanyaan kepada pembimbing eksternal dan staff terkait. Langkah berikutnya adalah pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam pengumpulan data, data dibagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang dapat digunakan sebagai perhitungan dalam pembuatan laporan antara lain yield crude, yield unit pengolahan, kapasitas unit pengolahan, harga crude yang diolah dan harga produk yang dihasilkan. Data sekunder adalah data yang telah ada dan tersusun secara sistematis serta merupakan hasil penelitian atau hasil ringkasan dari dokumen-dokumen perusahaan. Data sekunder yang dikumpulkan antara lain dokumen mengenai profil perusahaan, struktur organisasi, konfigurasi dan proses produksi kilang. Pengolahan data dilakukan dengan membuat template simulasi alur produksi unit FOC II untuk mengetahui proses produksi dari unit FOC II, unit KPC dan unit RFCC. Kemudian menggunakan metode *trial and error* pada jumlah feed untuk unit FOC II yaitu sebesar 185, 190, 200, 210, 220 dan 230 MBSD. Proses optimasi menggunakan fitur *solver* pada Microsoft excel untuk mencari solusi optimasi. Langkah terakhir adalah analisis data dan penarikan kesimpulan. Data yang akan dianalisis adalah komposisi crude, kapasitas unit, hasil produksi,

dan nilai margin. Berisikan kesimpulan dan saran yang didapat selama melakukan penelitian di PT.PERTAMINA (PERSERO) *Refinery Unit IV Cilacap*.

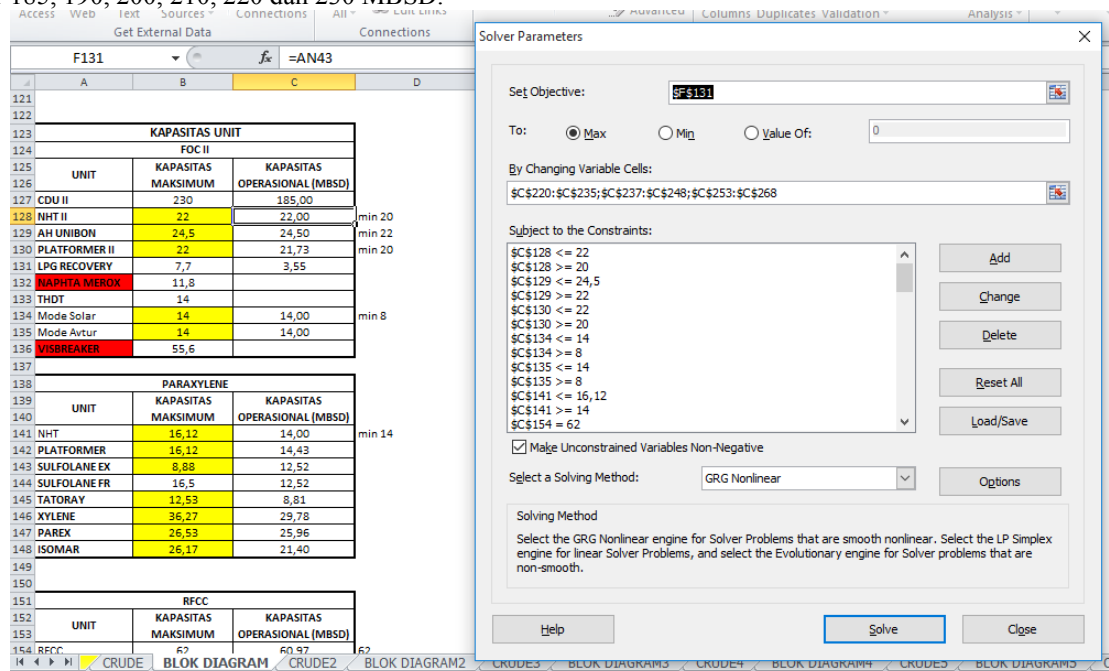
#### 4. HASIL & PEMBAHASAN

Pengolahan data yang dilakukan yaitu dengan membuat template simulation alur produksi di unit FOC II, KPC dan RFCC. Pada template simulation tersebut terdapat blok diagram proses produksi di unit FOC II, KPC dan RFCC yang didalamnya mencakup komposisi crude sebagai masukan unit, kapasitas operasional tiap unit, volume stream tiap unit, perhitungan harga produk akhir dan perhitungan margin. Dari template simulation ini kita dapat mengetahui komposisi crude sampai nilai margin akhir yang didapatkan dari proses produksi. Berikut adalah gambar dari template simulation alur produksi di unit FOC II, KPC, dan RFCC.



Gambar 4. Tampilan template simulation

Langkah selanjutnya adalah melakukan proses optimasi dengan menggunakan fitur *solver* Ms Excel. Fungsi tujuannya adalah maksimasi margin, kemudian menentukan variable yang dapat diubah yaitu komposisi crude. Lalu memasukkan batasan-batasan antara lain, batasan persentase jenis crude, batasan jumlah maksimum penggunaan crude, dan batasan kapasitas operasional unit. Proses optimasi dilakukan beberapa kali dengan melakukan perubahan kapasitas feed CDU II dengan metode trial and error yaitu sebesar 185, 190, 200, 210, 220 dan 230 MBSD.



Gambar 5. Tampilan solver pada Microsoft Excel

Pada studi kasus ini dilakukan *trial and error* pada kapasitas *feed* CDU II sebanyak 6 kali yaitu kasus 0 dengan kapasitas 185 MBSD, kasus 1 dengan kapasitas 190 MBSD, kasus 2 dengan kapasitas 200 MBSD, kasus 3 dengan kapasitas 210 MBSD, kasus 4 dengan kapasitas 220 MBSD dan kasus 5 dengan kapasitas 230 MBSD. Setelah dioptimasi menggunakan fitur *solver* Ms Excel, komposisi *crude* pada kasus 0 dengan kapasitas *feed* 185 MBSD tidak didapatkan solusi optimal sehingga komposisi *crude* yang ada tidak dapat memenuhi setiap batasan yang diberikan. Pada solusi tersebut, komposisi *crude* dapat memenuhi batasan persentase jenis *crude*, batasan jumlah tiap *crude*, dan batasan kapasitas unit tetapi tidak mampu memenuhi batasan *feed* RFCC yang optimal. Sedangkan untuk kasus 1 sampai kasus 5 didapatkan solusi optimal.

Berikut adalah hasil dari pengolahan data menggunakan fitur *solver* Ms Excel pada kasus 0 sampai kasus 5 dengan *feed* CDU II sebesar 185 MBSD sampai 230 MBSD.

**Tabel 1. Hasil Kapasitas operasional tiap kasus**

UNIT	KAPASITAS DESAIN (MBSD)	KAPASITAS OPERASIONAL (MBSD)					
		KASUS 0	KASUS 1	KASUS 2	KASUS 3	KASUS 4	KASUS 5
FOC II							
CDU II	230	185	190	200	210	220	230
NHT II	22	22	22	22	22	22	22
AH UNIBON	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
PLATFORMER II	22	21,73	21,73	21,73	21,73	21,73	21,73
LPG RECOVERY	7,7	3,55	3,71	3,80	3,78	3,81	4,01
NAPHTA MEROX	11,8						
THDT							
Mode Solar	14	14	14	14	14	14	14
Mode Avtur	14	14	14	14	14	14	14
VISBREAKER	55,6						
PARAXYLENE							
NHT	16,12	14	15,72	16,12	16,12	16,12	16,12
PLATFORMER	16,12	14,43	16,11	16,11	16,11	16,11	16,11
SULFOLANE EX	16,12	12,52	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78
SULFOLANE FR	16,5	12,52	12,78	12,78	12,78	12,78	12,78
TATORAY	12,53	8,81	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99
XYLENE	36,27	29,78	30,41	30,41	30,41	30,41	30,41
PAREX	26,53	25,96	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50
ISOMAR	26,17	21,40	21,85	21,85	21,85	21,85	21,85
RFCC							
RFCC	62	60,97	62	62	62	62	62

**Tabel 2. Hasil nilai Margin tiap kasus**

KASUS	0	1	2	3	4	5
<b>TOTAL NRP (USD)</b>	325.091.629,77	333.307.032,62	348.277.364,21	361.507.356,46	376.598.633,61	383.177.784,01
<b>TOTAL FEED COST (USD)</b>	258.862.264,10	265.104.684,08	281.332.760,15	296.050.220,53	311.845.180,00	325.212.380,04
<b>MARGIN (USD)</b>	66.229.365,67	68.202.348,54	66.944.604,06	65.457.135,93	64.753.453,61	57.965.403,97
<b>(USD/BARREL)</b>	10,99	11,03	10,31	9,62	9,10	7,81

**Tabel 3. Hasil persentase komposisi crude tiap kasus**

JENIS	NAMA	% vol					
		KASUS 0	KASUS 1	KASUS 2	KASUS 3	KASUS 4	KASUS 5
LIGHT	Senipah	7,99%	10,19%	6,18%	4,65%	2,49%	6,73%
	Madura	4,54%	6,79%	6,45%	6,14%	5,87%	5,61%
	Badak	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Belida	1,67%	0,00%	1,61%	1,54%	1,47%	1,40%
	Jatibarang	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Pangkajene	1,73%	0,00%	1,61%	1,54%	1,47%	1,40%
	Katapa	1,67%	1,70%	1,61%	1,54%	1,47%	1,40%
	Meslu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Attaka	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Sakhalin	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Saharan	11,86%	7,07%	12,53%	14,59%	13,93%	13,32%
	Kidurong	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Seria	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Kerapu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Anoa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Handil	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Light Crude		29,45%	25,74%	30,00%	30,00%	26,69%	29,87%
MEDIUM	Bonny Light	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Escravos	11,21%	11,43%	9,68%	9,22%	13,93%	13,32%
	Arjuna	16,56%	16,13%	13,71%	14,59%	13,93%	13,32%
	Qua Iboe	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Belanak	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Kikeh	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Camar	1,69%	1,70%	1,61%	1,19%	1,47%	1,40%
	Cepu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Geragai	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Kimanis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Bukit Tua	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Mudi	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Medium Crude		29,47%	29,26%	25,00%	25,00%	29,33%	28,05%
HEAVY	Cabinda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Cinta	2,82%	3,40%	3,23%	3,07%	2,93%	2,81%
	SLC	2,82%	6,79%	6,45%	6,14%	5,87%	5,61%
	Girrasol	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Oyong	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Duri	3,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Banyu Urip	17,14%	16,98%	16,13%	15,36%	14,66%	14,03%
	Coco	0,00%	4,25%	9,68%	9,22%	8,80%	8,42%
	Qarun	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Gimboa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Kissanje	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Su Tu Den	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Amna	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Doba	10,46%	10,19%	6,29%	8,13%	8,80%	8,42%
	V-1250	3,42%	3,40%	3,23%	3,07%	2,93%	2,81%
	Wassana	1,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% Heavy Crude		41,09%	45,00%	45,00%	45,00%	43,99%	42,08%
Jumlah		158,91%	155,00%	155,00%	155,00%	156,01%	157,92%

## 5. ANALISIS

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain analisis komposisi crude, analisis kapasitas operasional unit, analisis hasil produksi dan analisis nilai margin.

Komposisi *crude* yang dipakai akan mempengaruhi *output* produk dari proses produksi karena setiap *crude* mempunyai *yieldnya* masing-masing. Setiap kasus sudah memenuhi batasan persentase jenis *crude* yaitu *light crude* 25%-30%, *medium crude* 25-35% dan *heavy crude* 35%-45%. Setiap kasus juga sudah memenuhi batasan maksimum penggunaan tiap *crude*. Dan pada tiap kasus jumlah pengolahan *crude* sudah sesuai dengan kapasitas maksimal *feed* CDU II. Dari tabel diatas dapat dilihat *light crude* yang

sering digunakan pada tiap kasus adalah Senipah, Madura, Belida, Pangkah, Katapa dan Saharan. Sedangkan untuk *medium crude* adalah Escravos, Arjuna dan Camar. Dan untuk *heavy crude* adalah Cinta, SLC, Banyu Urip, Coco, Doba dan V-1250. Komposisi tersebut ditentukan berdasarkan *yield* masing-masing *crude* yang dapat memenuhi kapasitas *feed* RFCC dan menghasilkan margin yang optimal.

Kapasitas operasional unit dalam produksi perlu diperhatikan dimana kapasitas operasional unit tidak boleh melebihi kapasitas desain unit dan lebih dari minimal kapasitas. Kapasitas CDU II ditentukan sesuai *trial and error* sampai batas maksimal kapasitas. Untuk kapasitas operasional NHT II, AH Unibon, Platformer II, LPG Recovery dan TDHT, setiap kasus sudah sesuai dengan batasan kapasitas desain masing-masing unit. Untuk kapasitas operasional *Paraxylene*, setiap kasus sudah sesuai dengan batasan kapasitas desain masing-masing unit. Untuk kapasitas operasional RFCC, kasus 0 tidak memenuhi batas kapasitas maksimum dari unit RFCC sedangkan untuk kasus lain sudah memenuhi batas kapasitas maksimum dari unit RFCC.

Dapat dilihat pada tabel di atas, total jumlah produk yang keluar tidak balance dengan total jumlah *feed* yang masuk. Hal tersebut dikarenakan adanya *loss/gain* saat proses produksi berlangsung. Hasil produk yang dihasilkan berbeda setiap kasusnya dimana ketika *feed* CDU II semakin besar maka jumlah hasil produknya juga akan semakin besar begitu juga sebaliknya. Namun jenis produk yang dikeluarkan bergantung pada *yield* campuran dari *yield crude* dari *feed* CDU II. Misal pada kasus 0 tidak terdapat produk kerosene sedangkan pada kasus lain terdapat produk kerosene. Kemudian untuk produk pertamax dan avtur yang pada tiap kasus hasil produksinya sama semua, dikarenakan sudah mencapai batas maksimal produksi. Untuk produk LSWR, saat kasus 0, kapasitas unit RFCC belum mencapai maksimal sehingga tidak terdapat sisa LSWR, saat kasus 1, kapasitas unit RFCC sudah maksimal sehingga sisa LSWR adalah 0, sedangkan pada kasus lain kapasitas unit RFCC sudah maksimal namun produk LSWR berlebih sehingga akan menurunkan margin karena harga jualnya yang murah.

Tujuan utama mengoptimalkan *feed* CDU II, selain mengoptimalkan *feed* RFCC adalah untuk meningkatkan nilai margin yang diperoleh. Nilai margin didapatkan dari total NRP/ pendapatan dikurangi dengan total biaya *feed*. Pada kasus 1 margin yang diperoleh adalah 11,03 USD/*barrel* lebih tinggi dibanding 4 kasus lain yang mana setiap kenaikan 10 MBSD menyebabkan turunnya margin, hal itu dikarenakan setiap kenaikan *feed* akan menyebabkan kenaikan sisa produk LSWR yang memiliki harga jual yang rendah yang membuat margin menurun. Sehingga margin yang paling optimal adalah pada kasus 1 saat *feed* CDU II sebesar 190 MBSD.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan hasil optimasi adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. Perbandingan hasil optimasi**

No	Keterangan	Kasus 0	Kasus 1	Kasus 2	Kasus 3	Kasus 4	Kasus 5
1	Kapasitas CDU-II (MBSD)	185	190	200	210	220	230
2	Kapasitas RFCC (MBSD)	60,92	62	62	62	62	62
3	Komposisi Crude CDU-II (%)	Light	29,45	25,74	30	30	26,69
		Medium	29,47	29,26	25	25	29,33
		Heavy	41,09	45	45	45	43,99
4	Margin (US\$/BBL)	10,99	11,03	10,31	9,62	9,10	7,81

Kondisi yang paling optimum adalah komposisi *crude* pada kasus 1 dengan *feed* CDU II dengan kapasitas sebesar 190 MBSD dimana komposisi *crude* tersebut dapat memenuhi kapasitas *feed* RFCC 100% desain dan memiliki margin yang optimal yaitu 11,03 USD/*Barrel*.

2. Komposisi *crude* yang optimal dimana dapat memenuhi kapasitas *feed* RFCC 100% desain dan memiliki margin yang optimal yaitu terdapat pada kasus 1 adalah dengan persentase *light crude* 25,74%, *medium crude* 29,26% dan *heavy crude* 45% pada kapasitas CDU II 190 MBSD.

## PUSTAKA

- Librianita, Oktavia. (2016). Optimasi Komposisi Blending Premium dan Blending Solar pada FOC-I dan LOC-I,II,III. Cilacap, Indonesia.
- Mulyanto, Momo. (2009). Optimasi dengan Menggunakan Solver Excel. Jakarta, Indonesia.
- Simbolon, Vathrisya. (2016). Optimasi Middle East Crude pada Crude Distillation Unit di Fuel Oil Complex II. Cilacap, Indonesia.
- Team RPO RU IV. (2016). Refinery Planning & Optimization Edisi ke-2. Cilacap : TEAM RPO RU IV

## OPTIMASI KOMPOSISI MEDIA FILTER INSTALASI PENGOLAH AIR LIMBAH BATIK BERBASIS MULTI MEDIA FILTER DENGAN METODE SIMPLEX CENTROID DESIGN

Dewa Kusuma Wijaya<sup>1</sup>, M. Arif Wibisono<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri  
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
E-mail: dewa.kuja@gmail.com, arifwibisono@ugm.ac.id

### ABSTRAK

Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) merupakan infrastruktur yang idealnya harus dimiliki industri penghasil limbah cair agar tidak mencemari lingkungan dalam proses produksinya. Pada segmen industri kecil terutama industri batik, IPAL dibutuhkan untuk mengolah air limbah pewarna batik yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak ditangani. Sistem IPAL yang kini sedang dikembangkan untuk industri kecil batik di Yogyakarta berbasis Multi Media Filter (MMF) – Fitoremediasi, dimana kelebihan sistem tersebut adalah efisien dalam biaya operasional, efektif dalam pengolahan limbah, serta mudah dan aman dalam pemanfaatan. Sistem IPAL tersebut menggunakan media-media filter sebagai membran untuk mengolah air limbah pewarna batik, yaitu pasir aktif, silika, zeolite, ferrolite, bentonite, karbon aktif, dan tanaman air eceng gondok (*eichornia crassipes*). Penelitian ini melakukan optimasi media filter sistem IPAL tersebut agar diketahui komposisi optimal media-media filter yang digunakan untuk mereduksi kandungan pencemar secara lebih efektif, sehingga nilai ambang batas baku mutu air limbah yang ditetapkan pemerintah dapat terpenuhi. Penelitian ini menggunakan Design of Experiment (DOE) untuk mengurangi jumlah pengujian laboratorium terkait dengan keterbatasan biaya dan waktu penelitian, kemudian metode Simplex Centroid Design dengan optimasi responnya digunakan untuk mengoptimasi komposisi media filter pada tahap MMF dari sistem IPAL berdasarkan indikator multi respon. Hasil komposisi optimal media pasir aktif, zeolite, ferrolite, bentonite, dan karbon aktif mampu mereduksi TDS 77,5%, TSS 98,9%, BOD 96,3%, COD 94,4%, peluruhan warna 99%, logam berat Pb 70,9%, Fe 91,7%, Mn 85,3%, Zn 94,8% yang secara keseluruhan telah memenuhi nilai ambang batas mutu air limbah batik, sedangkan untuk logam Cr, Cd, dan Cu belum mampu tereduksi walaupun nilainya sudah memenuhi ambang batas mutu. Penelitian ini hanya difokuskan untuk optimasi tahapan MMF dari sistem IPAL, sedangkan tahapan fitoremediasi dengan media *eichornia crassipes* akan dilakukan pada penelitian selanjutnya dengan tujuan pengembangan lanjutan sistem IPAL tersebut agar dapat mereduksi kandungan logam Cr, Cd, dan Cu dan kandungan lain yang masih berpotensi dapat tereduksi kembali.

**Kata Kunci:** DOE, Indikator Multi Respon, IPAL, Optimasi, Simplex Centroid Design

### 1. PENDAHULUAN

IPAL dalam implementasi di segmen industri kecil, aspek efisiensi biaya investasi dan operasional menjadi faktor pertimbangan utama. Pengembangan sistem IPAL yang tengah dilakukan saat ini tidak hanya terfokus pada aspek efektifitas saja namun juga aspek efisiensi. Pada penelitian ini diperlihatkan bentuk pengembangan sistem IPAL berbasis MMF-fitoremediasi untuk pengolahan limbah warna industri kecil batik. Fokus dari penelitian ini adalah optimasi penggunaan MMF tersebut dengan metode *Simplex Centroid Design* dengan optimasi responnya agar dapat menghasilkan IPAL yang ekonomis (*low cost*) dalam operasionalnya namun tetap efektif dalam pengolahan limbah.

Pengembangan sistem IPAL berbasis MMF-fitoremediasi ini merupakan upaya perbaikan IPAL industri-industri kecil sentra batik Lendah di Kulon Progo yang diketahui tidak digunakan kembali karena tingginya biaya operasional. Sistem IPAL sebelumnya berbasis koagulasi-flokulasi dan MMF, dimana skema IPAL tersebut mirip dengan skema *treatment* limbah dari penelitian yang dilakukan oleh Zahrim dan Hilal (2013), namun penelitian tersebut dilakukan pada skala laboratorium. Penerapan sistem IPAL tersebut aktualnya belum mampu memenuhi ekspektasi dengan diketahui biota ikan yang mati dalam kolam indikator serta tingginya biaya operasional terkait listrik untuk menggerakkan mesin

pengaduk 750W dan pompa 450W, bahan penjernih seperti gamping, tawas, kaporit, dan perawatan IPAL secara berkala.

Kondisi tersebut menginspirasi upaya perbaikan dengan mengembangkan sistem IPAL *low cost* berbasis MMF-fitoremediasi. Skema IPAL yang tengah dikembangkan tersebut mengacu pada penelitian Tiyasha *et al.* (2013), hanya saja IPAL yang dikembangkan ini menggunakan jenis media filter yang berbeda. Hal ini dikarenakan media filter harus disesuaikan dengan kebutuhan untuk jenis limbah yang diolah, ketersediaan, dan biaya. Penggunaan jenis media filter mengacu dari penelitian Crini (2005), dimana penelitiannya melakukan literatur *review* berbagai penelitian dengan penggunaan berbagai jenis media filter *low cost* yang non konvensional untuk *treatment* limbah. Crini (2005) menyatakan, penggunaan media filter tunggal tidak disarankan untuk mengolah limbah warna karena masing-masing jenis media filter memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing sehingga perlu dikombinasikan. Hasil penelitian Crini (2005) tersebut sangat membantu di dalam mengaplikasi jenis media filter yang murah, mudah dicari, ketersediaan yang baik, dan efektif dalam mengolah limbah batik. Sementara untuk penggunaan sistem fitoremediasi IPAL tersebut mengacu penelitian Agunbiade *et al.* (2009) dan Wang *et al.* (2011), dimana diketahui bahwa media tanaman air eceng gondok (*Eichornia crassipes*) ternyata efektif di dalam mereduksi kandungan pencemar di dalam air limbah. *Eichornia crassipes* sendiri ketersediaannya berlimpah di sepanjang aliran sungai daerah Kulon Progo.

Penelitian yang dilakukan Abdullah dan Chin (2010) menunjukkan penggunaan *Simplex Centroid Design* untuk menentukan komposisi optimal pengkomposan dari bahan-bahan padat limbah sampah dapur terhadap indikator multi respon dan terdapat batasan (*constraint*) kapasitas tampungan pengolahan. Yeh (2009) menggunakan *Simplex Centroid Design* untuk menentukan komposisi optimal campuran semen dengan beberapa bahan padat terhadap kondisi multi respon dan selanjutnya dilakukan optimasi pemrograman linier dengan fungsi tujuan optimasi biaya (*cost*).

Berdasarkan latar belakang masalah penelitian ini adalah sistem IPAL berbasis MMF-fitoremediasi yang tengah dikembangkan belum dilakukan optimasi terkait komposisi ketebalan media-media filter yang digunakan, sehingga tidak dapat diketahui pasti nilai efisiensi dari biaya operasional IPAL tersebut. Adapun beberapa batasan dalam penelitian ini untuk tahap fitoremediasi dengan media *eichornia crassipes* tidak dilakukan optimasi dikarenakan keterbatasan biaya dan waktu pengujian. Penelitian ini hanya difokuskan untuk tahapan MMF dari sistem IPAL, sedangkan untuk tahapan fitoremediasi akan dilanjutkan pada penelitian selanjutnya. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan komposisi optimal media-media filter pada tahap MMF dari sistem IPAL tersebut, sehingga secara efektif mampu mereduksi kandungan pencemar limbah batik untuk memenuhi nilai ambang batas baku mutu yang ditetapkan pemerintah.

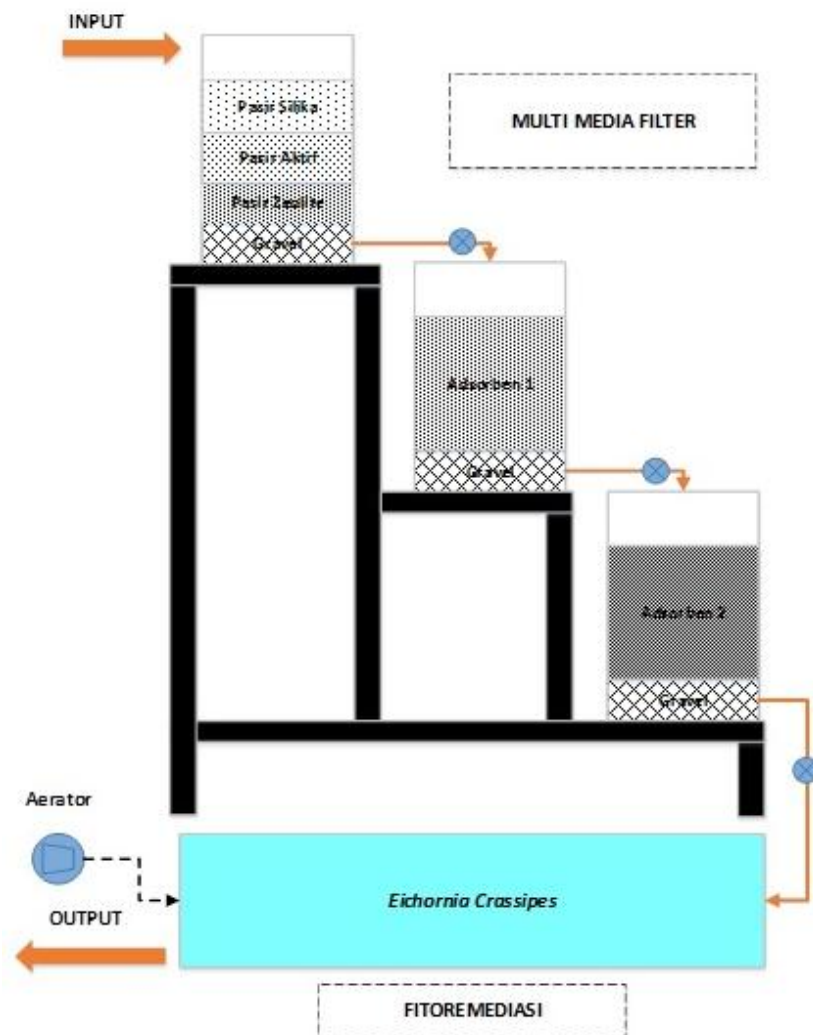
## 2. METODOLOGI

Objek pada penelitian ini adalah optimasi sistem IPAL berbasis MMF-fitoremediasi menggunakan *Simplex Centroid Design*, dengan fokus penelitian pada tahapan MMF sistem IPAL tersebut. Adapun *software* utama yang digunakan pada penelitian ini untuk melakukan optimasi adalah Minitab, sementara eksperimen yang dilakukan kemudian dilakukan uji laboratorium berdasarkan indikator multi respon. Untuk media-media filter yang digunakan di dalam eksperimen penelitian ini adalah pasir aktif, silika, zeolite, bentonite, ferrolite, dan karbon aktif yang kemudian akan dilakukan optimasi untuk menentukan komposisi optimal dari penggunaan media-media filter tersebut agar secara efektif mampu mereduksi kandungan pencemar dalam air limbah sehingga mampu memenuhi nilai ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah dan di lain sisi secara efisien mampu meminimasi biaya operasional. Adapun indikator multi respon yang digunakan berdasarkan tiap bak media filter ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 1. Media Filter dan Indikator Uji**

Bak	Media Filter	Indikator
1	Pasir Silika ( $X_1$ ), Pasir aktif ( $X_2$ ), Zeolite ( $X_3$ )	BOD, COD, TDS, TSS, pH, Peluruhan Warna
2	Bentonite ( $X_4$ ), Ferrolite ( $X_5$ )	TDS, TSS, Cr, Cd, Pb, Fe, Mn, Cu, Zn
3	Karbon Aktif ( $X_6$ )	TDS, Cr, Cd, Pb, Fe, Mn, Cu, Zn





Gambar 1. Model Bak Kaca Sistem IPAL MMF dan Fitoremediasi

Tahapan penelitian ini dimulai dari tinjauan pustaka, perumusan masalah, kemudian dilakukan pengambilan data dan membangun model IPAL berbasis MMF-fitoremediasi seperti pada Gambar 2.1 di atas yang terbuat dari bak kaca. Setelah model IPAL terbentuk maka dilanjutkan implementasi DOE dengan menggunakan metode *Simplex Centroid Design* dengan optimasi terhadap responnya, adapun komposisi tiap media-media filter yang diuji ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. Komposisi Uji Media Filter

Komposisi Bak 1	Faktor (%)		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
F1	100	-	-
F2	-	100	-
F3	-	-	100
F4	50	50	-
F5	50	-	50
F6	-	50	50
F7	33,33	33,33	33,33
F8	66,67	16,67	16,67
F9	16,67	66,67	16,67
F10	16,67	16,67	66,67

Komposisi Bak 2	Faktor (%)	
	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
G1	75	25
G2	50	50
G3	25	75
G4	-	100
G5	100	-

Komposisi Bak 3	Level Ketebalan X <sub>6</sub> (cm)
H1	10
H2	20
H3	30
H4	40

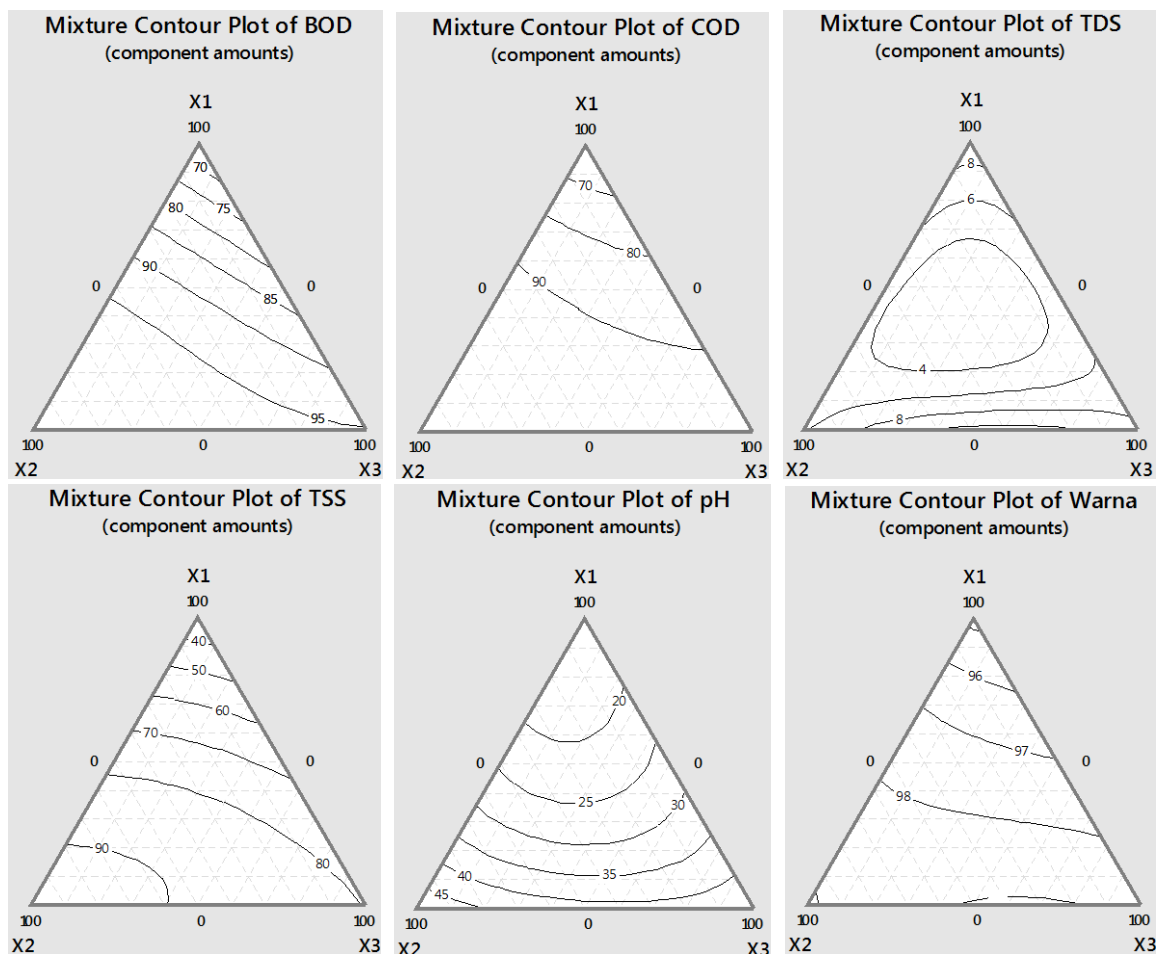
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis dan Optimasi Respon Bak 1

Pada bak 1 sistem IPAL ini media pasir silika ( $X_1$ ), pasir aktif ( $X_2$ ), dan zeolite ( $X_3$ ) dilakukan eksperimen dan dilanjutkan dengan analisa laboratorium kemudian dilakukan optimasi menggunakan *Simplex Centroid Design* 3 komponen dengan optimasi responnya berdasarkan *constraint* nilai ambang batas baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh pemerintah. Model matematis yang dihasilkan dari tiap indikator-indikator respon ( $Y$ ) yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1 di bawah, sedangkan pada Gambar 3.1 di bawah merupakan *contour plot* yang dihasilkan dari tiap model matematis tersebut.

Tabel 3. Model Matematis Bak 1

Indikator	Model Matematis
BOD	$Y = 0,6480X_1 + 0,9579X_2 + 0,9522X_3 + 0,0054X_1X_2 + 0,0008X_1X_3 + 0,0003X_2X_3 + 0,00003X_1X_2X_3$
COD	$Y = 0,5906X_1 + 0,9447X_2 + 0,9334X_3 + 0,0067X_1X_2 + 0,0032X_1X_3 + 0,0002X_2X_3 - 0,00005X_1X_2X_3$
TDS	$Y = 0,0924X_1 + 0,0583X_2 + 0,0867X_3 - 0,0011X_1X_2 - 0,0015X_1X_3 + 0,0013X_2X_3 - 0,0001X_1X_2X_3$
TSS	$Y = 0,3089X_1 + 0,9286X_2 + 0,7973X_3 + 0,0061X_1X_2 + 0,0047X_1X_3 + 0,0010X_2X_3 + 0,00004X_1X_2X_3$
pH	$Y = 0,1488X_1 + 0,4943X_2 + 0,4434X_3 - 0,0031X_1X_2 - 0,0009X_1X_3 - 0,002X_2X_3 - 0,00009X_1X_2X_3$
Peluruhan Warna	$Y = 0,9473X_1 + 0,9788X_2 + 0,9872X_3 + 0,0006X_1X_2 + 0,0001X_1X_3 + 0,0003X_2X_3 - 0,000008X_1X_2X_3$



Gambar 2. Contour Plot Respon Bak 1



**Gambar 3. Hasil Treatment Limbah Batik Bak 1**

Hasil *output treatment* tiap komposisi media filter bak 1 sistem IPAL ditunjukkan pada Gambar 3.2 di atas. Kemudian untuk optimasi komposisi menggunakan batasan nilai baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah, adapun fungsi batasan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 4. Parameter Dasar Nilai Ambang Batas Mutu Limbah Batik**

Indikator	Baku Mutu	
	Satuan	Nilai Ambang Batas Maksimal
BOD	mg/l	85
COD	mg/l	250
TDS	mg/l	2000
TSS	mg/l	80
pH		6-9
Peluruhan Warna	TCU	50

Global Solution  
Components

X1 = 0  
X2 = 50,5051  
X3 = 49,4949

Predicted Responses

BOD = 96,2923 , desirability = 0,962923  
COD = 94,3762 , desirability = 0,943762  
TDS = 10,4868 , desirability = 0,104868  
TSS = 88,9190 , desirability = 0,889190  
pH = 41,7909 , desirability = 0,417909  
Warna = 99,0512 , desirability = 0,990512

Composite Desirability = 0,572144

Dari hasil optimasi respon di atas diperoleh nilai perbandingan komposisi optimal untuk pasir aktif ( $X_2$ ) sebesar 50,5% dan pasir zeolite ( $X_3$ ) sebesar 49,5%. Komposisi tersebut diprediksi mampu mereduksi kandungan BOD sebesar 96,3% atau mencapai 60,29 mg/l, COD sebesar 94,4% atau mencapai 192,41 mg/l, TDS sebesar 10,5% atau mencapai 3.580,53 mg/l, TSS sebesar 88,9% atau mencapai 166,22 mg/l, penurunan pH sebesar 8,46, dan peluruhan warna sebesar 99% atau mencapai 47,53 TCU. Hasil reduksi dari TDS dan TSS dengan penggunaan media filter pasir aktif dan zeolite terlihat masih belum optimal, sehingga pada tahap bak 2 dan 3 dapat dilakukan *treatment* terhadap indikator tersebut.

### 3.2 Analisis dan Optimasi Respon Bak 2

Setelah optimasi respon pada bak 1 selesai dilakukan selanjutnya *output* komposisi optimal tersebut menjadi input untuk bak 2 sistem IPAL. Adapun media filter yang digunakan pada bak 2 ini adalah bentonite ( $X_4$ ) dan ferrolite ( $X_5$ ), eksperimen dilakukan kemudian dilanjutkan dengan pengujian laboratorium dan optimasi komposisi berdasarkan batasan-batasan baku mutu air limbah yang telah

ditetapkan oleh pemerintah. Indikator-indikator respon (Y) yang digunakan pada bak 2 ini adalah logam berat dan TDS, TSS, model matematis yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 5. Model Matematis Bak 2**

Indikator	Model Matematis
TDS	$Y = 0,5599X_4 + 0,4321X_5 + 0,0019X_4X_5$
TSS	$Y = 0,3951X_4 + 0,9723X_5 + 0,0089X_4X_5$
Pb	$Y = 0,1311X_4 + 0,5041X_5 + 0,0078X_4X_5$
Fe	$Y = 0,7576X_4 + 0,9611X_5 - 0,0007X_4X_5$
Mn	$Y = 0,8401X_4 + 0,7364X_5 - 0,0004X_4X_5$
Zn	$Y = 0,8344X_4 + 0,9922X_5 - 0,0012X_4X_5$



**Gambar 4. Hasil Treatment Limbah Batik Bak 2**

Hasil *output treatment* tiap komposisi media filter bak 2 sistem IPAL ditunjukkan pada Gambar 3.2 di atas. Setelah diperoleh model matematis, selanjutnya dilakukan optimasi komposisi media filter dengan batasan baku mutu air limbah yang ditetapkan. Untuk logam berat Cr, Cd, dan Cu dari hasil eksperimen bak 2 ini ternyata belum mampu direduksi walaupun nilainya sendiri sudah memenuhi nilai ambang batas baku mutu. Adapun fungsi batasan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 6. Parameter Logam Berat Nilai Ambang Batas Mutu Limbah Batik**

Indikator	Baku Mutu	
	Satuan	Nilai Ambang Batas Maksimal
Cr	mg/l	1
Cd	mg/l	1
Pb	mg/l	1
Fe	mg/l	1
Mn	mg/l	1
Cu	mg/l	1
Zn	mg/l	1

Global Solution

Components

X4 = 28,2828

X5 = 71,7172

Predicted Responses

TDS = 50,7399 , desirability = 0,507399

TSS = 98,9808 , desirability = 0,989808

Pb = 55,6834 , desirability = 0,556834

Fe = 91,6826 , desirability = 0,916826

Mn = 75,8090 , desirability = 0,758090

Zn = 97,5089 , desirability = 0,975089

Composite Desirability = 0,757902

Dari hasil optimasi respon di atas diperoleh nilai komposisi optimal media filter untuk bak 2 adalah bentonite ( $X_4$ ) 28,3% dan ferrolite ( $X_5$ ) 71,7%. Komposisi tersebut diprediksi mampu mereduksi kandungan TDS sebesar 50,7% atau mencapai 3.206,83 mg/l, TSS sebesar 98,9% atau mencapai 11,62 mg/l, logam berat Pb sebesar 55,7% atau mencapai 0,01 mg/l, Fe sebesar 91,7% atau mencapai 0,28 mg/l, Mn sebesar 75,8% atau mencapai 0,75 mg/l, dan Zn sebesar 97,5% atau mencapai 0,02 mg/l. Hasil tersebut dapat kita ketahui bahwa penggunaan media ferrolite belum sepenuhnya mampu mereduksi kandungan TDS, namun efektif mereduksi kandungan TSS di bawah ambang batas mutu. Untuk kandungan logam berat lainnya, terbukti bahwa ferrolite mampu mereduksi kandungan Pb, Fe, Mn, dan Zn untuk memenuhi ambang batas mutu. Oleh karena pada bak 2 kandungan TDS, Cr, Cd, dan Cu belum dapat direduksi secara optimal dengan penggunaan media ferrolite maka dapat dilakukan *treatment* terhadap indikator tersebut pada bak 3.

### 3.3 Analisis dan Optimasi Respon bak 3

Setelah optimasi respon pada bak 2 selesai dilakukan selanjutnya *output* komposisi optimal tersebut menjadi input untuk bak 3 sistem IPAL. Media filter yang digunakan pada bak 3 ini adalah karbon aktif ( $X_6$ ). Oleh karena hanya satu komponen saja maka eksperimen dilakukan berdasarkan ketebalan tiap 10cm, kemudian dilanjutkan pengujian laboratorium dan optimasi komposisi berdasarkan batasan-batasan baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Hasil persentase reduksi daripada penggunaan karbon aktif tiap tingkat ketebalannya ditunjukkan pada Tabel 3.5 berikut.

**Tabel 7. Persentase Reduksi Bak 3**

Ketebalan (cm)	Persentase Reduksi						
	TDS	Cr	Cd	Pb	Mn	Cu	Zn
10	75,65	0,00	0,00	-34,80	91,40	0,00	98,10
20	76,87	0,00	0,00	35,78	89,52	0,00	97,91
30	77,49	0,00	0,00	53,30	89,27	0,00	96,90
40	77,53	0,00	0,00	70,94	85,28	0,00	94,76

Nilai TDS menggunakan perbandingan dengan baku mutu air limbah batik, sedangkan untuk logam berat meliputi Cr, Cd, Pb, Mn, Cu, dan Zn menggunakan perbandingan dengan baku mutu air kelas I. Hasil analisa laboratorium di atas menunjukkan bahwa semakin tebal media filter karbon aktif maka persentase reduksi respon indikator TDS dan Pb meningkat atau nilai pencemarnya menurun, namun hal tersebut berbanding terbalik dengan persentase peluruhan respon indikator Mn dan Cu yang cenderung menurun atau semakin tebal media filter karbon aktif maka nilai pencemarnya meningkat. Untuk respon indikator logam berat Cr, Cd, dan Cu masih belum mampu direduksi walaupun nilainya memenuhi ambang batas air limbah batik. Hasil optimasi akhir bak 1,2, dan 3 dengan metode *Simplex Centroid Design* ditunjukkan pada Tabel 3.6 berikut.

**Tabel 8. Persentase Reduksi Total Bak 1,2, dan 3**

No	Indikator Respon	Persentase Reduksi	No	Indikator Respon	Persentase Reduksi
1	TDS	77,5%	7	Cd	0%
2	TSS	98,9%	8	Pb	70,9%
3	BOD	96,3%	9	Fe	91,7%
4	COD	94,4%	10	Mn	85,3%
5	Warna	99%	11	Cu	0%
6	Cr	0%	12	Zn	94,8%

Hasil dari penggunaan metode *Simplex Centroid Design* dengan optimasi responnya menggunakan bantuan *software* minitab diperoleh nilai komposisi optimum untuk bak 1 yaitu pasir aktif ( $X_2$ ) sebesar 50,5% dan pasir zeolite ( $X_3$ ) sebesar 49,5%, untuk bak 2 yaitu bentonite ( $X_4$ ) sebesar 28,3% dan ferrolite ( $X_5$ ) sebesar 71,7%, dan untuk bak 3 karbon aktif ( $X_6$ ) sebesar 100%.

### 3.4 Validasi Model

Proses validasi dilakukan dengan membandingkan nilai *output* diprediksi dengan *Simplex Centroid Design* terhadap air limbah yang menggunakan pewarna naphthol biru As BO dengan nilai aktual hasil uji laboratorium terhadap jenis air limbah yang menggunakan pewarna campuran naphtol hijau toska dan biru hidro. Adapun dari hasil validasi dengan menggunakan baku mutu yang telah ditetapkan ditunjukkan pada Tabel 3.7 berikut.

**Tabel 9. Validasi Aktual**

No	Indikator Respon	Satuan	Model		Aktual		Perbandingan Reduksi	
			<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	Hasil Optimasi	Hasil Aktual
1	TDS	mg/l	4.000	3.580,53	6.510	5.220	10,5%	19,8%
2	TSS	mg/l	1.500	166,22	1.140	141	88,9%	87,6%
3	BOD	mg/l	1.626,1	60,9	2.223	438,3	96,3%	80,3%
4	COD	mg/l	3.421,3	192,41	5.592	1.073,5	60,3%	80,8%
5	Warna	TCU	5.010	47,53	453	51	99%	88,74%
6	pH		9,5	8,46	10,9	7,3	41,8%	92,3%

Hasil validasi menunjukkan perhitungan secara model dengan hasil aktual untuk nilai persentase reduksi TDS, TSS, BOD, COD, dan peluruhan warna tidak berbeda signifikan. Untuk pH apabila dilihat secara persentase terlihat berbeda signifikan antara model dengan kondisi aktual, namun apabila dilihat dalam nilai nyata maka nilainya sama-sama mendekati pH normal air yaitu 7, hal ini memunculkan dugaan diakibatkan oleh air limbah yang berbeda jenis. Perlu diketahui bahwa untuk nilai ambang batas pH air limbah batik sendiri adalah 6-9, sehingga peluruhan pH tersebut dapat dinilai sudah memenuhi nilai ambang batas mutu.

### 3.5 Error Model

Penelitian ini difokuskan menggunakan metode *Simplex Centroid Design* untuk melakukan optimasi komposisi berdasarkan indikator multi respon oleh karena kelebihanannya yang membutuhkan jumlah pengujian relatif sedikit sesuai dengan *constraint* penelitian ini terkait biaya dan waktu. Kemudian untuk mengetahui *error* prediksi metode ini dibandingkan dengan beberapa metode lain seperti *Response Surface* dan *Factorial Design* diperlihatkan pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 10. MAPE Bak 1

Ind	Metode	Model Matematis											MAPE
		c	X1	X2	X3	X1*X2	X1*X3	X2*X3	X1*X2*X3	X1*X1	X2*X2	X3*X3	
BOD	*SCD	Special Quibic	0	0,648017	0,957989	0,952203	0,005399	0,000796	0,0003119	2,54E-05	0	0	0,962923
	*RS	Linear Interaction	95,17	-0,3042	0,0058	0	0,005556	0,000953	0,000469	0	0	0	0,966353
		Linear Squares	74,5	0,2045	0,466	0	0	0	0	0,00302	-0,00254	0,002067	0,966303
	*FD	Interaction	95,22	-0,3042	0,0058	0	0,005399	0,000796	0,000312	2,50E-05	0	0	0,962928
COD	*SCD	Special Quibic	0	0,590594	0,944723	0,933422	0,00671	0,00315	0,0001853	-4,61E-05	0	0	0,943762
	*RS	Linear Interaction	93,44	-0,3428	0,0113	0	0,006425	0,002866	-0,000099	0	0	0	0,937632
		Linear Squares	75,14	0,3096	0,3672	0	0	0	0	0,0047	-0,00173	0,001829	0,937532
	*FD	Interaction	93,342	-0,3428	0,0113	0	0,00671	0,00315	0,000185	-0,000046	0	0	0,943752
TDS	*SCD	Special Quibic	0	0,092382	0,0583142	0,086701	-0,00109	-0,00152	0,0013003	-1,08E-04	0	0	0,104868
	*RS	Linear Interaction	8,89	0,0057	-0,0284	0	-0,00175	-0,00218	0,00063	0	0	0	0,090305
		Linear Squares	9,9	-0,233	0,015	0	0	0	0	0,00229	-0,00053	-0,0001	0,090607
	*FD	Interaction	8,67	0,0057	-0,0284	0	-0,00109	-0,00152	0,0013	-0,000108	0	0	0,104853
TSS	*SCD	Special Quibic	0	0,308931	0,928568	0,797295	0,006137	0,004711	0,0010239	4,02E-05	0	0	0,88919
	*RS	Linear Interaction	79,65	-0,4884	0,1313	0	0,006385	0,004959	0,001272	0	0	0	0,89461
		Linear Squares	78,88	0,023	0,274	0	0	0	0	0,00504	-0,00135	0,000077	0,89466
	*FD	Interaction	79,73	-0,4884	0,1313	0	0,00614	0,00471	0,00102	0,00004	0	0	0,889111

Lanjutan Tabel 11. MAPE Bak 1

Ind	Metode	Model Matematis										MAPE		
		c	X1	X2	X3	X1*X2	X1*X3	X2*X3	X1*X2*X3	X1*X1	X2*X2		X3*X3	
pH	*SCD	Special Cubic	0	0,148824	0,494278	0,443369	-0,00314	-9,56E-04	-0,002047	-9,32E-05	0	0	0	0,109976
	*RS	Linear	44,53	-0,2945	0,0509	0	-0,00371	-0,00153	-0,00262	0	0	0	0	0,106714
		Interaction	42,3	-0,404	-0,167	0	0	0	0	0,00131	0,0024	0,00022	0,106648	
		Linear Squares	44,34	-0,2945	0,0509	0	-0,00314	-0,00096	-0,00205	-0,000093	0	0	0	0,109964
Warna	*SCD	Special Cubic	0	0,947292	0,978756	0,987248	0,000605	0,000128	0,0003021	-8,60E-06	0	0	0	0,990512
	*RS	Linear	98,743	-0,03996	-0,00849	0	0,000552	0,000075	0,000249	0	0	0	0	0,989366
		Interaction	97,6	-0,0097	0,0392	0	0	0	0	0,00019	-0,00036	0,000114	0,989331	
		Linear Squares	98,725	-0,03996	-0,00849	0	0,000605	0,000128	0,000302	-0,000009	0	0	0	0,990511
Metode: *SCD = Simplex Centroid Design *RS = Response Surface *FD = Factorial Design														

Hasil analisa *error* model di atas menunjukkan penggunaan metode *Simplex Centroid Design* memiliki nilai *error* yang tidak berbeda signifikan dengan metode lain, namun kelebihan dari penggunaan metode ini adalah jumlah pengujian yang relatif sedikit sehingga sangat sesuai dengan penelitian yang memiliki *constraint* terkait biaya dan waktu.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Menggunakan metode *Simplex Centroid Design*, maka komposisi optimal media filter untuk bak 1 perbandingan pasir aktif dan pasir zeolite adalah sebesar 50,5% : 49,5%, untuk bak 2 perbandingan bentonite dan ferrolite adalah sebesar 28,3% : 71,7%, dan untuk bak 3 karbon aktif adalah sebesar 100%. Total reduksi optimal kandungan pencemar TDS sebesar 77,5%, TSS sebesar 98,9%, BOD sebesar 96,3%, COD sebesar 94,4%, peluruhan warna sebesar 99%, logam berat Pb sebesar 70,9%, logam berat Fe sebesar 91,7%, logam berat Mn sebesar 85,3%, dan logam berat Zn sebesar 94,8% yang secara keseluruhan sudah mampu memenuhi nilai ambang batas mutu limbah batik yang ditetapkan oleh pemerintah, namun untuk logam berat Cr, Cd, dan Cu penggunaan media-media filter tersebut belum mampu mereduksi walaupun nilai kandungannya sudah di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan.

Saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilanjutkan tahapan fitoremediasi sistem IPAL ini menggunakan media tanaman air  *Eichhornia crassipes* untuk mereduksi kandungan Cr, Cd, dan Cu serta mengkaji potensi reduksi kandungan lain. Perlu dilakukan optimasi dengan penggunaan metode optimasi lain seperti *Response Surface* dan *Factorial Design* agar dapat diketahui validitas prediksi dari kedua model tersebut dibandingkan dengan metode *Simplex Centroid Design* pada penelitian ini. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui masa jenuh aktual penggunaan media-media filter tersebut. Perlu dilakukan penelitian dengan penggunaan *input* dari beberapa jenis limbah pewarna lain, kemudian diuji validitas model optimasinya.



## PUSTAKA

- Agunbiade, F.O., Owolabi, B.I.O., dan Adebawale, K.O. (2009). "Phytoremediation Potential of *Eichornia Crassipes* In Metal Contaminated Coastal Water". *Bioresource Technology*, 100.4521-4526.
- Altieri, C., Bevilacqua, A., Perricone, M., dan Sinigaglia, M. (2013). "Using A Simplex Centroid To Study The Effect of pH, Temperature, and Lactulose On The Viability of *Bifidobacterium Animalis* Subsp. *Lactis* In A Model System". *Anaerobe*, 23.23-26.
- Chen, R., Zhang, Z., Feng, C., HU, K., Li, M., Li, Y., Shimizu, K., Chen, N., dan Sugiura, N. (2010). "Application of Simplex Centroid Mixture Design In Developing and Optimizing Ceramic Adsorbent for As(V) Removal from Water Solution". *Microporous and Mesoporous Materials*, 131.115-221.
- Crini, Gregorio. (2006). "Non Conventional Low Cost Adsorbents for Dye Removal: A Review". *Bioresource Technology*, 97.1061-1085.
- Dias, F.F.G., Castro, R.J.S.D., Ohara, A., Nishide, T.G., Bagagli, M.P., dan Sato, H.H. (2015). "Simplex Centroid Mixture Design To Improve L-Asparaginase Production In Solid State Fermentation Using Agroindustrial Waste". *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4.528-534.
- Handa, C.L., Lima, F.S.D., Guelfi, M.F.G., Georgetti, S.R., dan Ida, E.I. (2016). "Multi Response Optimisation of The Extraction Solvent System for Phenolics and Antioxidant Activities from Fermented Soy Flour Using A Simplex Centroid Design". *Food Chemistry*, 197.175-184.
- Abdullah, N., dan Chin, N.L. (2010). "Simplex Centroid Mixture Formulation for Optimised Composting of Kitchen Waste". *Bioresource Technology*, 101.8205-8210.
- Tiyasha, Shaktibala, dan Bhagat, S.K. (2013). "Phytofiltration: A New Approach of Waste Water Treatment". *Internation Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 3.2277-3754.
- Wang, H., Zhang, H., dan Cai, G. (2011). "An Application of Phytoremediation To River Pollution Remediation". *Procedia Environmental Sciences*, 10.1904-1907.
- Yeh, I Cheng. (2009). "Optimization of Concrete Mix Proportioning Using A Flattened Simplex Centroid Mixture Design And Neural Network". *Engineering with Computers*, 25.179-190.
- Zahrim, A.Y., dan Hilal, N. (2013). "Treatment of Highly Concentrated Dye Solution by Coagulation/Floculation – Sand Filtration and Nanofiltration". *Water Resources and Industry*, 3.23-24.

## PREVALENSI KECANDUAN INTERNET PADA MAHASISWA INDONESIA DAN PENGARUHNYA TERHADAP ASPEK FISIKAL

Gradiyan Budi Pratama<sup>1</sup>, Ari Widyanti<sup>2</sup>, Putra Alif R. Yamin<sup>3</sup>, Dwita Astari Pujiartati<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesa 10, Bandung, Indonesia 40132

Telp. (022) 250-8124

E-mail: gradiyan@gmail.com

### ABSTRAK

Ketersediaan dan mobilitas dari beragam bentuk media telah memicu ketidakmampuan masyarakat untuk mengendalikan penggunaan internet dalam kehidupan sehari-hari. Isu mengenai tingkat kecanduan internet telah diangkat dalam berbagai studi pada negara berkembang seperti Cina yang memiliki nilai prevalensi 8% dan Korea Selatan dengan prevalensi 10.7%. Kecanduan internet dilaporkan memiliki hubungan dengan bermacam masalah, seperti masalah fisik, masalah akademik dan profesi, kurang tidur, gejala psikiatrik, masalah psikologi, maupun masalah perilaku. Penelitian ini bertujuan mengetahui prevalensi kecanduan internet pada mahasiswa di Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan untuk menilai pengaruh kecanduan internet pada aspek fisik penggunaannya. Sebanyak 59 mahasiswa Indonesia berpartisipasi dalam studi ini. Penilaian prevalensi dilakukan dengan menggunakan Internet Addiction Test Questionnaire yang diadaptasi ke dalam bahasa Indonesia. Sedangkan penilaian pengaruh internet pada aspek fisik dilakukan dengan menggunakan kuesioner Nordic. Diidentifikasi bahwa 3% responden memiliki nilai kecanduan internet antara 70-100 poin yang tergolong pada penggunaan adiktif internet, sedangkan 49% sampel memiliki nilai kecanduan internet antara 40-69 poin yang berarti terdapat masalah frekuensi akibat penggunaan internet. Berdasarkan kuesioner Nordic, 92% sampel mengeluhkan nyeri pada bagian tengkuk dan bahu kanan, selain itu 85% mengeluhkan nyeri pada bahu kiri, dan 77% sampel mengeluhkan nyeri pada bagian leher atas, tangan kanan, dan pergelangan tangan kanan akibat penggunaan internet sehari-hari.

**Kata Kunci:** gangguan otot rangka; internet addiction; kecanduan internet; nordic

### 1. PENDAHULUAN

Internet yang pada mulanya dikembangkan untuk komunikasi dan aktivitas riset, telah menunjukkan peningkatan jumlah pengguna dalam beberapa dekade ke belakang. Saat ini, internet tidak hanya digunakan untuk mencari informasi, tetapi juga digunakan sebagai hiburan sosial (game, musik, video) dan media untuk berbelanja (Chou dan Hasio, 1999). Selain itu, internet juga digunakan sebagai media untuk melepas depresi dengan cara meredakan perasaan buruk dan bertukar pesan lucu serta kelakar (Lin dan Tsai, 2001).

Namun demikian, pertumbuhan dramatis internet telah memicu kecenderungan negatif, yang disebut dengan kecanduan internet (*internet addiction*). Kecanduan internet dapat didefinisikan sebagai ketidakmampuan seseorang untuk mengendalikan penggunaan internet, yang berdampak pada masalah dalam hidup seseorang (Davis, 2001; Young dan Rogers, 1998). Referensi lain mendefinisikan kecanduan internet sebagai ketergantungan yang berlebihan terhadap penggunaan internet (Ko dkk., 2012). Kecanduan internet terkarakterisasi dengan keinginan yang berlebih dan tak terkendali untuk beraktivitas dengan internet yang berdampak pada perilaku maladaptif (Bruno dkk., 2014).

Kasus kecanduan internet saat ini sudah semakin meningkat dengan ketersediaan dan mobilitas dari beragam bentuk media. Alasan dari meningkatnya tingkat kecanduan juga beragam, seperti menghindari dari masalah hidup, kemudahan dalam melakukan interaksi sosial, serta ketersediaan koneksi internet (Young, 1999). Studi lain yang dilakukan oleh Goldberg (1996) menyatakan bahwa kurangnya dukungan sosial dan perasaan bebas yang diperoleh seseorang ketika berinternet adalah penyebab terjadinya kecanduan internet.

Kecanduan internet diasosiasikan dengan bermacam masalah, seperti masalah akademik dan profesi serta kurang tidur (Chou dkk., 2005), gejala psikiatrik (Shapira dkk., 2000), masalah psikologis (Jie dkk., 2014; Cardak 2013; Cao dkk., 2007), masalah perilaku (Sung dkk., 2013), masalah edukasional (Griffiths, 2000), penurunan prestasi akademik (Kubey dkk., 2001), dan masalah komunikasi dengan rekan (Gross dkk., 2002; Morahan-Martin dan Schumacher, 2000). Pada kondisi terburuk, kecanduan internet memerlukan intervensi profesional (King dkk., 2012). Maka dari itu, berbagai usaha telah dilakukan untuk menyelidiki isu kecanduan internet dan mencari cara untuk

mengurangi efek negatif dari kecanduan internet. Masalah dari kecanduan internet lebih umum ditemukan pada remaja. Hal ini didukung dengan data yang menunjukkan bahwa pengguna internet remaja lebih banyak daripada orang dewasa (Statista, 2014). Selain itu, remaja relatif lebih rentan terhadap efek negatif yang ditimbulkan dari bermacam jenis kecanduan daripada orang dewasa (Gross dkk., 2002).

Prevalensi kecanduan internet dengan tingkat beragam telah dilaporkan pada negara-negara maju maupun berkembang. Pada negara maju, Kormas dkk. (2011) menyatakan prevalensi sebesar 4% pada orang dewasa di Amerika Serikat; 3,7% di Inggris (Kuss dkk., 2013); 3,9% di Italia (Bruno dkk., 2014). Angka prevalensi bahkan tercatat lebih tinggi pada studi yang dilakukan di negara-negara berkembang, seperti 8% di Cina (Cao dkk., 2011; Jie dkk., 2014); 10,7% di Korea Selatan (Park dkk., 2008); dan 8,5% di Yordania (Atoum dan Al-Hattab, 2015).

Di Indonesia, gambaran serupa terkait peningkatan penggunaan internet juga terlihat. Pada 2016, *Association of Internet Service Providers in Indonesia* (APJII) mengumumkan bahwa penetrasi internet di Indonesia saat ini telah mencapai 40% dari populasi atau telah mencapai angka 100 juta pengguna (<http://www.indonesia-investments.com/id>). Sebagian besar pengguna yang tercatat dalam data tersebut merupakan remaja, termasuk para mahasiswa. Namun, penelitian yang mengkaji kecanduan internet di Indonesia masih sangat terbatas, bahkan dapat dikatakan tidak ada. Walaupun demikian, usaha untuk melakukan observasi terkait kecanduan yang berhubungan dengan aktivitas komputer telah dimulai (Jap dkk., 2013).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prevalensi kecanduan internet pada mahasiswa Indonesia. Sejauh yang telah diketahui oleh peneliti, belum pernah ada studi yang terkait dengan kecanduan internet pada sampel Indonesia. Selain itu, studi ini juga bertujuan untuk menilai efek kecanduan internet pada aspek fisik (sistem otot dan rangka).

## 2. METODE

Sebanyak 59 mahasiswa Indonesia (L: 39; P: 20) berpartisipasi dalam studi ini secara sukarela (rata-rata usia = 21.66 tahun; SD = 2.7 tahun) dengan cara mengisi satu paket kuesioner. Partisipan dipilih berdasarkan *convenience sampling*. Survey kertas-pensil dilakukan kepada responden, termasuk di dalamnya pertanyaan-pertanyaan mengenai data demografi, karakteristik penggunaan internet, serta keluhan fisik setelah berinternet. Secara keseluruhan, kuesioner dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 15 menit. Data demografi meliputi usia, jenis kelamin, frekuensi berinternet (jam dalam sehari), dan aktivitas yang dilakukan dengan internet.

Kuesioner yang digunakan untuk menilai tingkat kecanduan internet adalah *Internet Addiction Test* (IAT) yang dikembangkan oleh Young (1996). IAT meliputi 20 item pertanyaan menggunakan 6-poin skala likert yaitu 0 (tidak berlaku) hingga 5 (selalu). Kuesioner IAT ini diadaptasi menjadi berbahasa Indonesia, dengan mengikuti prosedur penerjemahan yang dikembangkan oleh *International Commission Test* (lihat Johnson dan Widyanti, 2011; Widyanti dkk., 2013 sebagai contoh). Poin pertanyaan pada kuesioner tersebut meliputi ketergantungan psikologikal, toleransi, penggunaan kompulsif, serta masalah-masalah yang terkait dengan sekolah, tidur, keluarga, dan manajemen waktu serta kesehatan. Skor akhir dari IAT berkisar antara 20 sampai 100. Skor 20~39 dikategorikan sebagai “pengguna internet normal/rata-rata”, skor 40~69 dikategorikan sebagai “terdapat masalah frekuensi akibat penggunaan internet,” dan skor 70~100 dikategorikan sebagai “penggunaan adiktif” (Young, 1996, 1998).

Untuk mengevaluasi keluhan fisik (sistem otot-rangka), peneliti menggunakan versi Indonesia dari kuesioner *Nordic Body Map* (Kourinka et al., 1997). Kuesioner tersebut dapat membantu untuk menilai keluhan pada 40 area untuk mengidentifikasi gangguan otot rangka. Pada studi ini, responden diminta untuk mengisi kuesioner sesuai dengan keluhan yang mereka rasakan setelah berinteraksi dengan internet dalam jangka waktu tertentu.

### 3. HASIL

Hasil statistik deskriptif dari data demografi dan prevalensi dari kecanduan internet pada mahasiswa di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Statistik deskriptif data demografi dan prevalensi kecanduan internet**

Demografi	Jumlah (orang)	Kategori IAT
Jenis kelamin	L = 39	Kecanduan = 1 (2.6%) Bermasalah = 21 (53.8%) Normal = 17 (43.6%)
	P = 20	Kecanduan = 1 (5%) Bermasalah = 7 (35%) Normal = 12 (60%)
Durasi penggunaan internet dalam sehari	0-3 jam = 2	Kecanduan = 0 (0%) Bermasalah = 0 (0%) Normal = 2 (100%)
	4-7 jam = 18	Kecanduan = 0 (0%) Bermasalah = 12 (66.7%) Normal = 6 (33.3%)
	8-10 jam = 13	Kecanduan = 0 (0%) Bermasalah = 6 (46.2%) Normal = 7 (53.8%)
	>10 jam = 26	Kecanduan = 2 (7.7%) Bermasalah = 11 (42.3%) Normal = 13 (50%)

Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS untuk windows versi 16.0. Chi-Square Test dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan hubungan antara kategori IAT dengan jenis kelamin dan kategori IAT dengan durasi penggunaan internet. Uji Chi-Square lainnya dilakukan untuk melihat hubungan antara kategori IAT dengan keluhan fisik seperti yang dapat dilihat pada tabel 2. Melalui Uji Chi-Square dapat diidentifikasi adanya hubungan yang signifikan antara tingkat kecanduan internet (yang diukur dengan IAT) dengan jenis kelamin, durasi penggunaan internet dalam sehari, serta keluhan pada berbagai anggota tubuh yang berhubungan dengan aktivitas berinternet. Keluhan pada sistem otot rangka yang paling umum dirasakan oleh pengguna internet dapat diidentifikasi menggunakan kuesioner Nordic. Berdasarkan kuesioner tersebut, 92% sampel mengeluhkan nyeri pada bagian tengkuk dan bahu kanan, selain itu 85% mengeluhkan nyeri pada bahu kiri, dan 77% sampel mengeluhkan nyeri pada bagian leher atas, tangan kanan, dan pergelangan tangan kanan akibat penggunaan internet sehari-hari.

**Tabel 2. Uji Chi-Square**

Data	Nilai	df	Asymp. Sig
Jenis kelamin x IAT	74.37	6	0.0001
Durasi penggunaan x IAT	80.52	12	0.0001
Keluhan tengkuk x IAT	44.34	12	0.0001
Keluhan bahu kanan x IAT	31.35	9	0.0001
Keluhan bahu kiri x IAT	22.87	9	0.007
Keluhan leher atas x IAT	36.35	9	0.0001
Keluhan tangan kanan x IAT	23.00	9	0.006
Keluhan pergelangan kanan x IAT	22.69	9	0.007

### 4. PEMBAHASAN

Studi ini bertujuan untuk menilai prevalensi dari kecanduan internet pada mahasiswa Indonesia dan efeknya terhadap aspek fisik (sistem otot-rangka). Hasil olah data menunjukkan bahwa 3% dari sampel tergolong pada kategori “penggunaan aktif,” 49% dari sampel tergolong pada kategori “memiliki masalah frekuensi akibat penggunaan internet,” dan 47% dari sampel tergolong pada kategori “pengguna internet normal.” Hasil ini sejalan dengan studi sebelumnya terkait prevalensi kecanduan internet pada masyarakat di negara maju dan berkembang seperti 4% pada orang dewasa di Amerika Serikat (Kormas dkk., 2011); 3,7% di Inggris (Kuss dkk., 2013); 3,9% di Italia (Bruno dkk., 2014); dan 8% di Cina (Cao dkk., 2011; Jie dkk., 2014). Selain itu, hasil ini juga sejalan dengan fakta bahwa masyarakat Indonesia merupakan populasi yang paling sering beraktivitas dengan ponsel. Rata-rata penggunaan ponsel pada masyarakat Indonesia lebih dari tiga jam per hari, menurut studi yang dilakukan oleh Millward Brown AdReaction (The Jakarta Post, 2014).

Hubungan antara jenis kelamin dan kecenderungan kecanduan internet dapat ditemukan dalam studi ini. Pengguna laki-laki menunjukkan tingkat kecanduan yang relatif lebih tinggi daripada responden perempuan. Hasil ini sejalan dengan studi sebelumnya (Lam dkk., 2009; Gur dkk., 2014). Secara umum, perbedaan tingkat kecanduan internet pada responden laki-laki dan perempuan terjadi karena fakta bahwa mahasiswa laki-laki cenderung melakukan permainan online lebih banyak daripada perempuan. Selain itu mahasiswa laki-laki lebih memandang komputer sebagai alat permainan (Gur dkk., 2014). Walaupun begitu, terdapat juga studi yang melaporkan tidak adanya hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dan tingkat kecanduan internet (Petrie dan Gunn, 1998).

Nordic body map digunakan pada studi dibandingkan dengan kuesioner indentifikasi gangguan otot rangka lainnya seperti *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA, McAttamney dan Colett, 1993) maupun REBA (Hignett dan McAttamney, 2000). Hal ini dikarenakan Nordic body map telah banyak digunakan dalam studi terkait serta relatif mudah untuk diisi dan diinterpretasikan. Hasil dari kuesioner Nordic menunjukkan adanya beberapa permasalahan pada sistem otot-rangka akibat penggunaan internet yang berlebihan. Teridentifikasi bahwa 92% sampel mengeluhkan nyeri pada bagian tengkuk dan bahu kanan, selain itu 85% mengeluhkan nyeri pada bahu kiri, dan 77% sampel mengeluhkan nyeri pada bagian leher atas, tangan kanan, dan pergelangan tangan kanan akibat penggunaan internet sehari-hari. Studi terkait hubungan antara tingkat kecanduan internet dengan keluhan fisik turut memperkaya temuan riset terkait penggunaan internet, mengingat studi-studi yang telah dilakukan lebih banyak membahas hubungan penggunaan internet dengan aspek psikologikal daripada aspek fisik.

Kuesioner IAT digunakan pada studi ini karena kemudahpakaianya serta karena kuesioner ini telah banyak digunakan pada studi terkait kecanduan internet di berbagai negara. Walaupun demikian, beberapa riset lainnya juga mencoba untuk mengembangkan instrumen untuk mengukur tingkat kecanduan internet. Sato (2006) melakukan kajian terhadap penggunaan *Internet Addiction Disorder* (IAD, Goldberg) dan *Pathological Internet Use of Scale* (PIUS, Martin dan Schumacher, 2000).

Namun demikian, studi ini memiliki beberapa batasan. Pertama, terdapat kemungkinan adanya respon bias karena kuesioner IAT ini bersifat *self-report*. Walaupun begitu sistem *self-report* ini memiliki keuntungan bila ditinjau dari sisi kepraktisan untuk melakukan penilaian responden dalam jumlah yang banyak. Batasan yang kedua, penilaian terkait tingkat kecanduan internet ini masih hanya dilakukan di area urban di Indonesia. Ketiga, hingga makalah ini dituliskan, jumlah responden yang berpartisipasi dalam studi ini masih dalam jumlah yang sedikit (59 orang). Oleh karena itu hasil yang diperoleh pada studi ini masih dapat berubah seiring dengan bertambahnya jumlah responden. Walau demikian, studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal terkait kondisi penggunaan internet pada mahasiswa Indonesia dan efeknya pada kondisi fisik penggunaannya.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi awal ini menunjukkan bahwa aktivitas dengan internet pada mahasiswa dapat berdampak pada kecanduan maupun mengakibatkan masalah frekuensi akibat penggunaan internet. Salah satu masalah yang ditimbulkan adalah gangguan pada kondisi fisik, baik pada bagian tengkuk, bahu, leher, maupun pergelangan tangan. Diidentifikasi juga bahwa tingkat kecanduan internet pada responden laki-laki lebih tinggi daripada responden perempuan. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan persepsi laki-laki dan perempuan tentang alat elektronik. Salah satu contohnya adalah laki-laki cenderung memandang komputer sebagai alat permainan (Gur, dkk., 2014), sehingga dampak kecanduan lebih mungkin terjadi.

Terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan dari studi ini. Pertama, pada prakteknya studi ini masih hanya dilakukan di area urban di Indonesia, oleh karena itu data sebaiknya dikumpulkan dari mahasiswa di berbagai kota besar di Indonesia. Kedua, untuk memudahkan proses pengambilan dan perakapan data, kuesioner berbasis media elektronik dapat menjadi salah satu alternatif yang potensial,

mengingat saat ini pengambilan data masih menggunakan kuesioner dengan media kertas. Kemudian, dari sisi analisis data, aspek psikososial adalah salah satu faktor yang menarik untuk ditinjau hubungannya dengan kecanduan internet.

## PUSTAKA

- Atoum, A.Y., Al-Hattab, L.H.W. (2015). "Internet addiction and its relation to psychosocial adaptation among Jordanian high basic stage students." *Journal of psychology and behavioral science*. 3(1): 96-104.
- Bruno, A., Scimeca, G., Cava, L., Pandolfo, G., Zoccali, R.A., Mucatello, M.R.A. (2014). "Prevalence of internet addiction in a sample of southern Italian high school students," *International Journal Mental Health Addiction*. 12. 708-715.
- Cao, f., Su, L. (2006). "Internet addiction among Chinese adolescents: Prevalence and psychological features." *Child care Health Developmnet*. 33: 275-281.
- Cao, F., Su, L., Liu, T.Q., Gao, X. (2007). "The relationship between impulsivity and internet addiction in a sample of Chinese adolescents." *European Psychiatri*. 22. 466-471.
- Cao, H., Sun, Y., Wan, Y., Hao, J., Tao, F. (2011). "Problematic internet use in Chinese adolescents and its relation to psychosomatic symptoms and life satisfaction," *BMC public health*. 11. 104-110.
- Cardak, M. (2013). "Psychological well-being and internet addiction among university students." *The Turkish online journal of education technology*. 12(3)
- Chak, K., Leung, L. (2004). "Shyness and locus of control as predictors of internet addiction and internet use," *Cyberpsychology and behavior*. 7. 559-570.
- Choi, K., Son, H., Park, M. (2009). "Internet overuse and excessive daytime sleepiness in adolescents." *Psychiatry Clinical Neuroscience*. 63: 455-462.
- Chou, C., Condron, L., Belland, J.C. (2005). "A review of the research on internet addiction." *Educational psychology review*. 17. 363-388.
- Chou, K., Hsiao, L. (1999). "Internet addiction usage, gratification, and pleasure experience: the Taiwan college student case." *Journal of affective disorder*, 9(9): 553-575.
- Davis, R.A. (2001). "A cognitive-behavioral model of pathological internet use," *Computer in Human Behavior*. 17: 187-195.
- Goldberg, I. (1996). "Internet Addictive Disorder (IAD) diagnostic criteria." Available on line at [www.cmhc.com/mlists/research](http://www.cmhc.com/mlists/research).
- Griffiths, M.D. (2000). "Does internet and computer "addiction" exist? Some case study evidence." *Cyberpsychology and behavior*. 3(2): 211-218.
- Gross, F., Juvonen, J., Gable, L.S. (2002). "Internet use and well-being in adolescence." *Journal of social issues*. 58(1): 22-30.
- Gur, K., Yurt, S., Bulduk, S., Atagoz, S. (2014). "Internet addiction and physical and psychosocial behavior problems among rural secondary school students." *Nursing and health sciences*. 1-8.
- Hignett, S., McAtamney, L. (2000). "Rapid entire body assessment (REBA)." *Applied Ergonomics*. 31: 201-205.
- Jap T, Tiatri S, Jaya ES, Suteja MS (2013) The Development of Indonesian Online Game Addiction Questionnaire. PLoS ONE 8(4): e61098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061098>  
<http://www.thejakartapost.com/news/2014/06/05/indonesians-spend-most-time-smartphones-world.html>
- Jie, T., Yizhen, Y., Yukai, D., Ying, M., Dongying, Z., Jiaji, W. (2014). "Prevalence of internet addiction and its association with stressful life events and psychological symptoms among adolescent internet users." *Addictive behaviors*. 39. 744-747.
- Johansson, A., Gotestam, K.G. (2004). "Internet addiction: characteristics of questionnaire and prevalence in Norwegian youth (12-18 years)." *Scandinavian journal of psychology*. 45. 223-229.
- Kaltiala\_Heino, R., Lintonen, T., Rimpela, A. (2004). "Internet addiction? Potentially problematic use of the internet in a population of 12-18 year-old adolescents," *Addiction research and theory*. 12(1), 89-96.
- King, D.L., Delfabbro, P.H., Griffiths, M.D., Gradisar, M. (2012). "Cognitive-behavioral approaches to outpatient of internet addiction in children and adolescents." *J. Clin. Psychol*. 68: 1185-1195.
- Ko, C.H., Yen, J.Y., Yen, C.F., Chen, C.S., Chen, C.C. (2012). "The association between internet addiction and psychiatric disorder: A review of the literature." *European Psychiatry*. 27. 1-8.

- Kormas, G., Critselis, E., Janikian, M., Kafetzis, D., Tsitsika, A. (2011). "Risk factors and psychosocial characteristics of potential problematic and problematic internet use among adolescents: A cross-sectional study," *BMC Public health*. 11.
- Kubey, R.W., Lavin, M.J., and Barrow, J.R., (2001). "Internet use and collegiate academic performance decremeetn: Early findings." *Journal of communication*. 366-382.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinternerg, H., Biering-Sorensen, F., Andersson, G., Jorgesen, K. (1987). "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms." *Applied Ergonomics*. 18(3): 233-237.
- Kuss, D.J., van Rooij, A.J., Shorter, G.W., Griffiths, M.D., van de Mheen, D. (2013). "Internet addiction in adolescents: Prevalence and risk factors," *Computers in Human Behavior*. 29: 1987-1996.
- Lam, L.T., PEng, Z.W., Mai, J.C., Jing, (2009). "J. Factors associated with internet addiction among adolescents." *Cyberpsychol Behavior*. 12: 551-555.
- Lin, S.J. Tsai, C. (2001). "Analysis of attitude toward computer network and iternet addiction of Taiwanese Adolescence." *Cyber-spychology and behavior*. 4(3): 373-376.
- Liu, T.C., Desai, R.A., Khrisnan-Sarin, S., Cavallo, D.A., Potenza, M.N. (2011). "Problematic internet use and health in adolescents: Data from a high school survey in Connecticut," *Journal of Clinical psychiatry*. 72(6), 836-845.
- McAtamney, L., Corlett, E.N. (1993). "RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders." *Applied Ergonomics*. 24(2): 91-99.
- Morahan-Martin, J., Schumacher, P. (2000). "Incidents and correlates of pathological internet use among college students." *Computers in Human Behavior*. 16: 13-29.
- Nalwa, K. Anand, A.P. (2003). "Internet addiction in students: A cause of concern." *Cybersychol. Behav*. 6: 653-656.
- Park, S.K., Kim, J.Y., Cho, C.B. (2008). "Prevalence of internet addiction and correlates with family factors among South Korean adolescents," *Adolescence*. 43(172): 895-909.
- Petrie, H., Gunn, D. (1998). "Internet addiction: the effects of sex, age, depression, and introversion." *In proceeeding of BBritish Psychological society London Conference*, 1998.
- Poli, R., Agrimi, E. (2012). "Internet addiction disorder: prevalence in an Italian student population." *Nordic Journal of Psychiatry*. 66. 55-59.
- Sanders, C.E., Field, T.M., Diego, M., Kaplan, M. (2000). "The relationship of internet use to depresion and social isolation among adolescents." *Adolescence*. 35: 237-242.
- Sato, T. (2006). "Internet addiction among students: prevalence and psychological problems in Japan." *JMAJ*, 49(7-8): 279-283.
- Seo, M., Kang, HS., Yom, Y.H. (2009). "Internet addiction and interpersonal problems in Korean adolescents." *Computer Information Nurs*. 27: 226-233.
- Shapira, N.A., Goldsmith, T.G., Keck, P.E., Khosla, U.M., McElroy, S.L. (2000). "Psychiatric features of individuals with problematic internet use," *Journal of affective disorders*. 57. 267-272.
- Sung, J., Lee, J., Noh, H.M., Park, Y.S., Ahn, E.J. (2013). "Association between risk of internet addiction and problem behaviors among Korean adolescents." *Korean journal of family medicine*. 34. 115-122.
- Yen, C.F., Ko, C.H., Yen, J.Y., Cheng, C.P. (2009). "Multi-dimensional discriminative factors for internet addiction among adolescents regarding gender and age." *Psychiatry and Clinical neurosciences*. 63. 357-364.
- Yeonsoo, K., Jin Y.P., Sung B.K., In-Kyung J., Yun S.L. Jung-Hyun K. (2010). "The effects of internet addiction on the lifestyle and dietary behavior of Korean adolescents." *Nutrition Res Practice*. 4: 51-57.
- Young, K. (1999). "Internet addiction: symptoms, evaluation, and treatment." *Student British Medical Journal*. 9(7), 351-352.
- Young, K.S. (1996). "Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder," *Paper presented at the 104<sup>th</sup> annual meeting of the American Psychological Association*. Toronto. Ontario, Canada.
- Young, K.S. (1998). "Caught in the net: How to recognize the signs of the internet addiction and a winning strategy for recovery". New York: Wiley.
- Young, K.S., Rogers, R.C. (1998). "The relationship between depression and internet addiction," *Cyberpsychology behavior*. 1: 25-28.

## USULAN PERBAIKAN STASIUN KERJA SEWING BERDASARKAN HASIL EVALUASI MENGGUNAKAN METODE QEC, NORDIC BODY MAP, DAN REBA (STUDI KASUS : CV BAGOES COLLECTION)

Adi Mulyo Saputro<sup>1</sup>, Bambang Suhardi<sup>2</sup>, Rahmadiyah Dwi Astuti<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Surakarta 57126  
Telp. (0271) 646994

E-mail: adimulsaputro95@gmail.com, bambangsuhardi\_ugm@yahoo.co.id, niyah22@gmail.com

### ABSTRAK

CV Bagoes Collection merupakan UMKM yang bergerak di bidang garment dimana UMKM ini kurang memperhatikan aspek ergonomi pada karyawan dan stasiun kerjanya. Kondisi stasiun kerja sewing di CV Bagoes Collection masih belum menerapkan pengendalian ergonomi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suatu desain fasilitas kerja pada stasiun sewing yang ergonomis. Berdasarkan evaluasi menggunakan metode Quick Exposure Check (QEC), hasil perhitungan nilai exposure level rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun kerja sewing yakni sebesar 74 %, sehingga perlu dilakukan perubahan pada stasiun kerja tersebut. Penilaian terhadap postur kerja pada stasiun sewing menunjukkan skor akhir 10. Berdasarkan nilai final REBA score tersebut maka dapat diketahui bahwa level resiko tergolong tinggi sehingga perlu tindakan sekarang juga. Berdasarkan kuesioner Nordic Body Map, 5 operator mengalami rasa sakit yang sama pada bagian leher, punggung, pinggang, bokong, pantat, betis kanan, pergelangan kaki kanan, dan kaki kanan dimana mereka bekerja selama 7 jam per hari dengan posisi statis. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai usulan perbaikan perusahaan untuk menyediakan fasilitas yang dapat meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja

**Kata kunci :** Nordic Body Map; REBA; Sewing; Quick Exposure Check;

### 1. PENDAHULUAN

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien. (Sutalaksana, 2006). Peran ergonomi sangat besar dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Pendekatan khusus yang ada pada disiplin ilmu ergonomi adalah aplikasi yang statis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia didalam perancangan peralatan, fasilitas, dan lingkungan kerja yang dipakai. (Wignjosoebroto, 2003).

CV Bagoes Collection merupakan UMKM yang bergerak dalam bidang industri konveksi. Sistem produksi yang digunakan pada perusahaan ini bersifat *make to order* dan *make to stock*. CV Bagoes Collection memiliki 2 stasiun kerja yaitu stasiun *cutting* dan stasiun *sewing*. Di stasiun *sewing* maupun stasiun *cutting* sendiri sebagian besar proses pengerjaan masih dikerjakan oleh manusia selaku operator dalam proses produksinya. Kondisi stasiun kerja di CV Bagoes Collection masih belum menerapkan pengendalian ergonomi. Pengendalian ergonomi dipakai untuk menyesuaikan tempat kerja dengan pekerja. Pengendalian ergonomi berusaha mengatur agar tubuh pekerja berada di posisi yang baik dan mengurangi resiko kerja (Suhardi, 2008).

Penelitian ini dilakukan pada stasiun sewing karena postur kerja operator pada stasiun *sewing* termasuk posisi yang tidak natural dalam melakukan pekerjaannya. Hal tersebut dapat diketahui dari kondisi leher yang terlalu membungkuk kedepan saat bekerja. Cara kerja ini akan mengakibatkan rasa sakit pada leher dan tulang belakang. Bekerja dengan menundukkan leher atau membungkukkan leher melebihi sudut 30o diperbolehkan asal jam kerja tidak melebihi 2 jam per harinya (Suhardi, 2008). Operator *sewing* bekerja selama 7 jam dalam sehari dengan kondisi yang statis. Jika dibiarkan terus-menerus dalam jangka panjang maka postur kerja tersebut dapat menyebabkan kelainan *musculoskeletal*. Sedangkan operator stasiun *cutting* bekerja selama 7 jam dengan kondisi dinamis sehingga memiliki variasi gerakan. Maka resiko terjadinya kelainan *musculoskeletal* pada operator *cutting* kecil.

Metode identifikasi awal untuk mengetahui resiko ergonomi pada penelitian ini yaitu *Quick Exposure Check* (QEC). Metode ini menghitung level *exposure* dengan mempertimbangkan faktor postur kerja, *force*, beban, dan durasi kerja. Metode ini mempertimbangkan kombinasi dan interaksi di antara beberapa faktor resiko yang terdapat di tempat kerja. Metode QEC ini terdiri dari 2 jenis



penilaian yaitu penilaian pengamat dan penilaian operator sehingga mengurangi tingkat subjektivitas pada penilaian. Metode penilaian postur kerja pada penelitian ini adalah metode REBA. Metode ini dipilih untuk dapat memberikan penilaian postur kerja secara keseluruhan untuk anggota tubuh bagian atas maupun anggota tubuh bagian bawah dan level tindakan yang harus dilakukan berdasarkan postur kerja operator pada stasiun *sewing*

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan desain fasilitas kerja pada stasiun *sewing* yang ergonomis sesuai dengan antropometri para operator di CV Bagoes Collection. Dengan perancangan fasilitas kerja pada stasiun *sewing* yang sesuai dengan dimensi tubuh operator (*human centered design*) diharapkan operator dapat merasa nyaman dalam bekerja sehingga dapat memperbaiki posisi kerja operator saat bekerja dan mengurangi keluhan *musculoskeletal* yang dirasakan operator.

## 2. METODOLOGI



Gambar 1. Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Identifikasi dan Studi Pendahuluan  
Tahap ini merupakan langkah awal untuk memulai penelitian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui kondisi kerja operator yang digunakan saat ini khususnya kursi dan meja operator stasiun *sewing* dilihat dari sudut pandang kenyamanan. Studi pendahuluan ini nantinya digunakan untuk menentukan masalah yang akan diangkat dalam penelitian. Metode untuk mendapatkan data awal ini dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner awal mengenai identifikasi posisi kerja dan sikap duduk operator secara nyata, kuesioner Quick Exposure Check, Nordic Body Map dan wawancara kepada para pekerja.
2. Tahap Pengumpulan Data  
Tahap ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengumpulan data. Tahapan tersebut diawali dengan melakukan wawancara dan observasi sebagai tahap pengumpulan data. Data yang dikumpulkan dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi : dokumentasi sikap duduk operator, pengukuran dimensi meja dan kursi yang sudah ada, dan data antropometri. Data sekunder meliputi : kuesioner QEC dan kuesioner NBM.
3. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dalam penelitian mengenai perancangan fasilitas kerja operator di CV Bagoes Collection dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Perhitungan Exposure Score QEC

QEC dikembangkan oleh Dr. Guangyan Li dan Peter Buckle di Roben Centre for Health Ergonomis pada tahun 1991 dengan menggunakan pendekatan ergonomi participatory yang melibatkan 160 praktisi kesehatan dan keselamatan kerja. Penilaian QEC melibatkan pengamat (*observer*) dan pekerja (*worker*). Motamedzade et al. (2011) dan Li and Buckle (1999) mengatakan bahwa penilaian metode ini akan menghasilkan skor pada punggung, bahu atau lengan, pergelangan tangan atau tangan, dan leher. Yang menjadi ciri khusus dari QEC yaitu pekerja yang diamati akan diukur dari beban yang dibawa, lama waktu kerja, tingkat gaya yang diperoleh tangan, kebutuhan penglihatan, penggunaan alat-alat yang bergetar, dan kesulitan dalam melakukan pekerjaannya yang berhubungan dengan tingkat stress.

Besarnya nilai pada masing-masing item didapatkan melalui kombinasi faktor risiko yang didapatkan dari analisis pekerja pada tiap bagian tubuh dan nilai subjektif yang didapatkan dari pekerja. Skor tersebut menunjukkan hubungan antara peningkatan *exposure* dengan dampak kesehatan yang ditimbulkan. Sehingga QEC memungkinkan untuk melakukan perbaikan dalam stasiun kerja, peralatan, maupun metode kerja untuk meminimalkan keluhan *musculoskeletal*.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam perhitungan *exposure score* QEC :

1. Membagikan kuesioner QEC ke semua operator *sewing*.
2. Operator mengisi kuesioner QEC yang sudah dibagikan oleh pengamat.
3. Pengamat melakukan penilaian terhadap operator dengan mengisi kuesioner QEC.
4. Mengumpulkan data-data kuesioner yang diisi oleh pengamat dan juga operator pada stasiun *sewing*.
5. Setelah melakukan penilaian pengamat dan pekerja, dilakukan pengkombinasian skor. Pengkombinasian skor ini untuk menghitung *exposure score* pada setiap anggota tubuh yang diamati yaitu punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher.
6. Menjumlahkan semua skor punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher.
7. Menghitung *exposure level* untuk menentukan tindakan apa yang dilakukan berdasarkan dari hasil perhitungan total *exposure score*. Berikut rumus perhitungan *exposure level* :

$$E(\%) = X/(X \text{ max}) \times 100\%$$

Keterangan:

X = Total score yang didapat untuk paparan risiko cedera untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher yang diperoleh dari perhitungan kuisisioner

Xmax = Total maksimum score untuk paparan yang mungkin terjadi cedera untuk punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. Xmax konstan untuk beberapa pekerjaan seperti untuk pekerjaan statis nilai Xmax yang mungkin terjadi adalah 162 dan untuk pekerjaan *manual handling* (mengangkat benda/menarik benda, membawa benda) nilai Xmax yang mungkin terjadi adalah 176.

8. Menentukan tindakan yang harus diambil berdasarkan nilai yang dihasilkan dalam perhitungan *exposure level* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 1. Action level QEC**

Total Exposure Level	Action
<40%	Aman
40 - 49 %	Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut
50 - 69%	Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan dilakukan perbaikan
>70%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

9. Memperbaiki stasiun kerja yang diteliti apabila nilai *exposure score* yang diperoleh tinggi karena beresiko terjadinya cedera pada operator.

b. Penilaian Postur Kerja dengan Metode REBA

Dokumentasi foto postur kerja operator digunakan untuk menentukan sudut-sudut dari postur kerja operator yang selanjutnya dilakukan pemberian skor dengan menggunakan metode REBA sehingga dapat diketahui kategori level resiko kerja dan level tindakan yang harus dilakukan. Berikut ini merupakan langkah-langkah penilaian postur kerja dengan metode REBA:

1. Penilaian sikap kerja dengan menggunakan foto postur kerja operator.
2. Selanjutnya ditentukan besar sudut dari masing-masing segmen tubuh berdasarkan foto postur kerja operator.
3. Setelah menentukan sudut-sudut pada segmen tubuh maka selanjutnya melakukan penilaian skor berdasarkan data sudut-sudut segmen tubuh. Pada metode REBA segmen tubuh dibagi menjadi 2 kelompok yaitu grup A dan grup B. Grup A yang terdiri dari Leher (*Neck*), Batang tubuh (*Trunk*), dan kaki (*Legs*), sedangkan grup B terdiri dari Lengan atas (*Upper Arm*), Lengan bawah (*Lower Arm*), pergelangan tangan (*Wrist*)
4. Setelah melakukan penilaian di grup A dan grup B maka didapatkan nilai *table A score* berdasarkan tabel A dan nilai *table B score* berdasarkan tabel B.
5. Hasil skor pada tabel A dan tabel B digunakan untuk melihat tabel C. Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan nilai tabel C dengan nilai aktivitas pekerja
6. Dari hasil REBA tersebut dapat diketahui level resiko dan tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi level resiko serta perbaikan kerja. Level resiko yang terjadi dapat diketahui berdasarkan nilai *Final REBA Score*

c. Pengolahan Kuesioner NBM

*Nordic Body Map* adalah sistem pengukuran keluhan sakit pada tubuh yang dikenal dengan *muskuloskeletal*. Sistem *muskuloskeletal* menyediakan bentuk, dukungan, stabilitas, dan gerakan tubuh. Melalui *Nordic Body Map* dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Corlett, 1992). Menurut Kroemer (2001), kuesioner NBM merupakan kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh. Kuesioner ini sudah cukup terstandarisasi dan tersusun rapi.

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data mengenai keluhan-keluhan yang dirasakan oleh para pekerja, bagian tubuh mana saja yang dirasakan sakit/nyeri oleh para pekerja stasiun *sewing*. Kuesioner yang telah disebar ke semua operator *sewing* kemudian direkap dan diolah di *Microsoft Excel 2013*. Pengolahan ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi nyeri pada bagian tubuh yang dirasakan operator *sewing*. Dengan ini kita dapat mengetahui keluhan terbesar pada bagian tubuh yang terasa nyeri. Hal tersebut dapat digunakan sebagai prioritas dalam memperbaiki desain fasilitas kerja stasiun *sewing*.

4. Tahap hasil dan pembahasan  
Hasil pengolahan data akan dianalisa berdasarkan keterkaitannya dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk dapat menghasilkan rancangan atau desain usulan fasilitas kerja operator yang nyaman berdasarkan data antropometri pekerja.
5. Tahap Usulan Perbaikan  
Rancangan desain fasilitas kerja (meja dan kursi) didesain berdasarkan dimensi antropometri yang telah ditentukan pada tahapan sebelumnya. Tahap ini dilakukan pemodelan hasil rancangan dengan menggunakan gambar 3D. Tujuan pemodelan adalah untuk mengetahui penggunaan dari alat rancangan. Penilaian postur kerja setelah perancangan diperlukan untuk membandingkan antara posisi kerja sebelum dan setelah perancangan, serta untuk mengetahui penurunan nilai level resiko yang dihasilkan.
6. Kesimpulan  
Tahap kesimpulan merupakan tahap terakhir dari penelitian yang berisi kesimpulan secara keseluruhan terhadap hasil penelitian desain fasilitas kerja operator stasiun *sewing*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan QEC

Berdasarkan rekapitulasi jawaban dan hasil wawancara dengan operator dan hasil penilaian pengamat, maka dapat dilakukan penentuan *exposure score* dengan menggunakan *scorelist*. Penilaian pada *scorelist* melibatkan tujuh *variable*, yaitu skor punggung, skor bahu/lengan, skor tangan/pergelangan tangan, skor leher, mengemudi (*driving*), getaran (*vibration*), kesulitan (*work pace*) dan *stress*. Untuk *variable* punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan/tangan, dan leher melibatkan interaksi penilaian antara jawaban operator dengan penilaian pengamat; untuk keempat *variable* lainnya (*driving*, *vibration*, *workpace*, dan *stress*) hanya melibatkan respon subjektif operator saja. Untuk mempertegas keterangan tata cara penilaian *exposure score* maka pada bagian di bawah ini ditunjukkan contoh penilaiannya pada *scorelist* berikut ini :

Exposure Scores		Worker's name	Wul	Date	2 Maret																																																																					
<b>Back</b> <b>Back Posture (A) &amp; Weight (H)</b> <table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> Score 1		A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<b>Shoulder/Arm</b> <b>Height (C) &amp; Weight (H)</b> <table border="1"> <tr><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> Score 1		C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<b>Wrist/Hand</b> <b>Repeated Motion (F) &amp; Force (K)</b> <table border="1"> <tr><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 1		F1	F2	F3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	<b>Neck</b> <b>Neck Posture (G) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>G1</td><td>G2</td><td>G3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 1	G1	G2	G3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10
A1	A2	A3																																																																								
H1	2	4	6																																																																							
H2	4	6	8																																																																							
H3	6	8	10																																																																							
H4	8	10	12																																																																							
C1	C2	C3																																																																								
H1	2	4	6																																																																							
H2	4	6	8																																																																							
H3	6	8	10																																																																							
H4	8	10	12																																																																							
F1	F2	F3																																																																								
K1	2	4	6																																																																							
K2	4	6	8																																																																							
K3	6	8	10																																																																							
G1	G2	G3																																																																								
J1	2	4	6																																																																							
J2	4	6	8																																																																							
J3	6	8	10																																																																							
<b>Back Posture (A) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 2		A1	A2	A3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<b>Height (C) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>C1</td><td>C2</td><td>C3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 2		C1	C2	C3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<b>Repeated Motion (F) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>F1</td><td>F2</td><td>F3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 2		F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<b>Visual Demand (L) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>L1</td><td>L2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> Score 2	L1	L2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8												
A1	A2	A3																																																																								
J1	2	4	6																																																																							
J2	4	6	8																																																																							
J3	6	8	10																																																																							
C1	C2	C3																																																																								
J1	2	4	6																																																																							
J2	4	6	8																																																																							
J3	6	8	10																																																																							
F1	F2	F3																																																																								
J1	2	4	6																																																																							
J2	4	6	8																																																																							
J3	6	8	10																																																																							
L1	L2																																																																									
J1	2	4																																																																								
J2	4	6																																																																								
J3	6	8																																																																								
<b>Duration (J) &amp; Weight (H)</b> <table border="1"> <tr><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> Score 3		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<b>Duration (J) &amp; Weight (H)</b> <table border="1"> <tr><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> Score 3		J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<b>Duration (J) &amp; Force (K)</b> <table border="1"> <tr><td>J1</td><td>J2</td><td>J3</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 3		J1	J2	J3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	<b>Total score for Neck</b> Sum of Scores 1 to 2															
J1	J2	J3																																																																								
H1	2	4	6																																																																							
H2	4	6	8																																																																							
H3	6	8	10																																																																							
H4	8	10	12																																																																							
J1	J2	J3																																																																								
H1	2	4	6																																																																							
H2	4	6	8																																																																							
H3	6	8	10																																																																							
H4	8	10	12																																																																							
J1	J2	J3																																																																								
K1	2	4	6																																																																							
K2	4	6	8																																																																							
K3	6	8	10																																																																							
Now do <b>ONLY</b> 4 if static <b>OR</b> 5 and 6 if manual handling <b>Static Posture (B) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>B1</td><td>B2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> Score 4		B1	B2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<b>Frequency (D) &amp; Weight (H)</b> <table border="1"> <tr><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> Score 4		D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<b>Wrist Posture (E) &amp; Force (K)</b> <table border="1"> <tr><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> Score 4		E1	E2	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	<b>Driving</b> <table border="1"> <tr><td>M1</td><td>M2</td><td>M3</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> </table> <b>Total for Driving</b>	M1	M2	M3	1	4	9																					
B1	B2																																																																									
J1	2	4																																																																								
J2	4	6																																																																								
J3	6	8																																																																								
D1	D2	D3																																																																								
H1	2	4	6																																																																							
H2	4	6	8																																																																							
H3	6	8	10																																																																							
H4	8	10	12																																																																							
E1	E2																																																																									
K1	2	4																																																																								
K2	4	6																																																																								
K3	6	8																																																																								
M1	M2	M3																																																																								
1	4	9																																																																								
<b>Frequency (B) &amp; Weight (H)</b> <table border="1"> <tr><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> Score 5		B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<b>Frequency (D) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>D1</td><td>D2</td><td>D3</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 5		D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<b>Wrist Posture (E) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>E1</td><td>E2</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> Score 5		E1	E2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<b>Vibration</b> <table border="1"> <tr><td>N1</td><td>N2</td><td>N3</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> </table> <b>Total for Vibration</b>	N1	N2	N3	1	4	9																	
B3	B4	B5																																																																								
H1	2	4	6																																																																							
H2	4	6	8																																																																							
H3	6	8	10																																																																							
H4	8	10	12																																																																							
D1	D2	D3																																																																								
J1	2	4	6																																																																							
J2	4	6	8																																																																							
J3	6	8	10																																																																							
E1	E2																																																																									
J1	2	4																																																																								
J2	4	6																																																																								
J3	6	8																																																																								
N1	N2	N3																																																																								
1	4	9																																																																								
<b>Frequency (B) &amp; Duration (J)</b> <table border="1"> <tr><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> Score 6		B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<b>Total score for Back</b> Sum of scores 1 to 4 <b>OR</b> Scores 1 to 3 plus 5 and 6		<b>Work pace</b> <table border="1"> <tr><td>P1</td><td>P2</td><td>P3</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>9</td></tr> </table> <b>Total for Work pace</b>		P1	P2	P3	1	4	9	<b>Stress</b> <table border="1"> <tr><td>Q1</td><td>Q2</td><td>Q3</td><td>Q4</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>9</td><td>16</td></tr> </table> <b>Total for Stress</b>	Q1	Q2	Q3	Q4	1	4	9	16																																							
B3	B4	B5																																																																								
J1	2	4	6																																																																							
J2	4	6	8																																																																							
J3	6	8	10																																																																							
P1	P2	P3																																																																								
1	4	9																																																																								
Q1	Q2	Q3	Q4																																																																							
1	4	9	16																																																																							

Gambar 2. Exposure Score

Setelah melakukan penilaian pengamat dan pekerja, dilakukan pengkombinasian skor sehingga diperoleh skor tingkat tindakan QEC nya. Kombinasi skor yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui hubungan skor antara skor yang diperoleh pengamat dan skor yang diperoleh pekerja. Berikut

merupakan hasil rekapitulasi dari kombinasi skor yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui hubungan skor antara skor yang diperoleh pengamat dan skor yang diperoleh pekerja.

**Tabel 2. Rekapitulasi skor exposure operator**

Nama Operator	Skor				
	Punggung	Bahu/Lengan	Pergelangan Tangan	Leher	Total Skor
Wulan	30	34	40	16	120
Fita	26	34	40	16	116
Umi	26	34	40	16	116
Endah	26	34	40	16	116
Yuni	26	34	40	16	116

Setelah didapatkan *exposure score* masing-masing anggota badan yang diteliti untuk setiap operator pada stasiun kerja di CV Bagoes Collection ini, maka selanjutnya adalah menghitung *exposure level*. *Exposure level* ini digunakan untuk mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan terkait dengan stasiun kerja yang diamati. Setelah didapatkan *exposure score* masing-masing anggota badan yang diteliti untuk setiap operator pada stasiun kerja di CV Bagoes Collection ini, maka selanjutnya adalah menghitung *exposure level*. *Exposure level* ini digunakan untuk mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan terkait dengan stasiun kerja yang diamati. Berikut merupakan hasil perhitungan rekapitulasi *skor exposure* skor operator.

**Tabel 3. Rekapitulasi Skor Exposure Operator**

Nama Operator	Total Exposure Score	E(%)	Action
Wulan	120	74%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
Fita	116	72%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
Umi	116	72%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
Endah	116	72%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya
Yuni	116	72%	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

## REBA

Penilaian postur kerja dengan menggunakan metode REBA digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai resiko yang ditimbulkan dari posisi kerja yang dilakukan saat melakukan aktivitas kerja. Dengan melakukan penilaian postur kerja menggunakan metode REBA maka dapat diketahui aman atau tidaknya postur kerja yang dilakukan oleh operator. Tahapan untuk melakukan penilaian dengan menggunakan metode REBA diawali dengan penarikan sudut pada dokumentasi saat operator melakukan aktivitas kerja. Aktivitas kerja yang dilakukan adalah pada saat melakukan proses penjahitan pada stasiun sewing. Analisis penilaian postur kerja dengan menggunakan metode REBA sebagai berikut:



**Gambar 1. Penarikan sudut postur kerja proses sewing**

Berikut merupakan hasil perhitungan berdasarkan penilaian postur kerja REBA :

**Tabel 4. Rekapitulasi keluhan otot skeletal operator**

No.	Variabel	Hasil Pengamatan	Adjustment	Skor
1	Leher (neck)	Terjadi fleksi dengan sudut 49o	+1 posisi leher dalam keadaan bengkok	3
2	Batang Tubuh (trunk)	Terjadi fleksi dengan sudut 35,62o	+1 batang tubuh bungkuk	4
3	Kaki (legs)	posisi duduk		1
	Skor Tabel A			6
4	Load Score			0
5	Lengan Atas (upper arm)	Terjadi fleksi dengan sudut 44,32o	+1 bahu naik +1 lengan posisi bengkok	4
6	Lengan Bawah (lower arm)	Terjadi fleksi dengan sudut 103,51o		2
7	Pergelangan Tangan (wrist)	Terjadi fleksi dengan sudut 25,41o		2
	Skor Tabel B			6
8	Coupling Score			0
	Skor Tabel C			8
9	Activity Score	Postur Statik Pengulangan Gerakan		2
	Grand Score			10

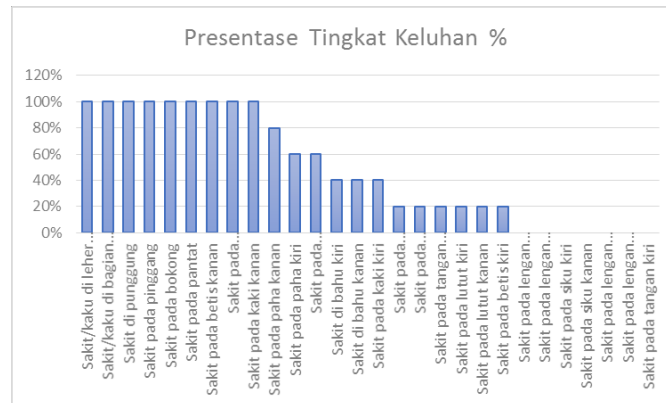
### Nordic Body Map

Pengolahan data kuesioner Nordic Body Map dimana dari hasil rekapitulasi pada pengumpulan data diurutkan berdasarkan jumlah keluhan paling banyak yang dirasakan oleh operator. Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil kuesioner Nordic Body Map :

**Tabel 5. Rekapitulasi keluhan otot skeletal operator**

No	Jenis Keluhan	Skor Tingkat Keluhan Operator ke					Jumlah Keluhan	Presentase
		1	2	3	4	5		
1	Sakit/kaku di leher bagian atas	2	2	2	2	2	5	100%
2	Sakit/kaku di bagian leher bagian bawah	2	2	2	2	2	5	100%
3	Sakit di punggung	2	2	2	2	2	5	100%
4	Sakit pada pinggang	2	2	1	2	1	5	100%
5	Sakit pada bokong	2	2	2	2	2	5	100%
6	Sakit pada pantat	2	2	2	2	2	5	100%
7	Sakit pada betis kanan	1	2	1	2	2	5	100%
8	Sakit pada pergelangan kaki kanan	1	2	2	2	2	5	100%
9	Sakit pada kaki kanan	2	2	2	2	2	5	100%
10	Sakit pada paha kanan	2	1	0	1	2	4	80%
11	Sakit pada paha kiri	2	1	0	0	2	3	60%
12	Sakit pada pergelangan kaki kiri	0	0	2	2	1	3	60%
13	Sakit di bahu kiri	0	0	1	0	1	2	40%
14	Sakit di bahu kanan	0	0	1	0	1	2	40%
15	Sakit pada kaki kiri	2	0	0	0	1	2	40%
16	Sakit pada pergelangan tangan kiri	0	0	2	0	0	1	20%
17	Sakit pada pergelangan tangan kanan	0	0	2	0	0	1	20%
18	Sakit pada tangan kanan	0	1	0	0	0	1	20%
19	Sakit pada lutut kiri	2	0	0	0	0	1	20%
20	Sakit pada lutut kanan	2	0	0	0	0	1	20%
21	Sakit pada betis kiri	0	1	0	0	0	1	20%
22	Sakit pada lengan atas kiri	0	0	0	0	0	0	0%
23	Sakit pada lengan atas kanan	0	0	0	0	0	0	0%
24	Sakit pada siku kiri	0	0	0	0	0	0	0%
25	Sakit pada siku kanan	0	0	0	0	0	0	0%
26	Sakit pada lengan bawah kiri	0	0	0	0	0	0	0%
27	Sakit pada lengan bawah kanan	0	0	0	0	0	0	0%
28	Sakit pada tangan kiri	0	0	0	0	0	0	0%
<b>Total Skor Keluhan Individu</b>		26	22	24	21	25		

Berdasarkan tabel, dapat diketahui bahwa keluhan rasa tidak nyaman atau nyeri yang dialami oleh 5 pekerja terjadi pada bagian leher bagian bawah, leher bagian atas, punggung, pinggang, bokong, pantat, betis kanan, pergelangan kaki kanan dan kaki kanan. Selain itu nyeri yang dialami oleh 4 orang pekerja pada bagian paha kanan. Pada bagian paha kiri dan pergelangan kaki kiri hanya pada 3 pekerja yang mengalami keluhan rasa sakit. Sakit pada bahu kanan dan kaki kiri hanya dialami oleh 2 pekerja. Sedangkan nyeri pada bagian pergelangan tangan kiri, pergelangan tangan kanan, tangan kanan, lutut kiri, lutut kanan dan betis kiri hanya dialami oleh 1 pekerja saja. Hal ini menunjukkan terdapat masalah pada proses kerja di CV Bagoes Collection. Total skor keluhan individu pada setiap operator berbeda-beda. Dari kelima operator tersebut total skor yang didapat termasuk dalam kategori sedang dengan tingkat resiko 1. Hal tersebut berarti mungkin dilakukan diperlukan tindakan perbaikan dikemudian hari. Jumlah presentase skor masing-masing segmen tubuh ditunjukkan dengan menggunakan membuat diagram batang di bawah ini :



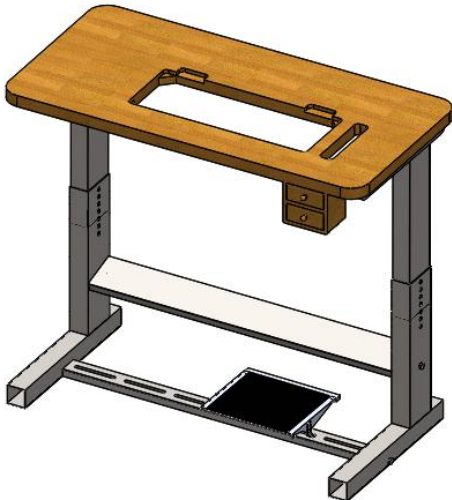

**Gambar 2. Diagram batang keluhan otot skeletal operator dengan kuesioner Nordic Body Map**

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 2 dapat diketahui bahwa keluhan rasa nyeri yang dialami oleh 5 pekerja terjadi pada tubuh bagian leher bagian bawah, leher bagian atas, punggung, pinggang, bokong, pantat, betis kanan, pergelangan kaki kanan dan kaki kanan. Aktivitas menjahit lebih banyak menggunakan tubuh bagian atas dengan posisi duduk statis selama 7 jam dan kaki bagian kanan untuk menggerakkan pedal mesin jahit. Sehingga, berdasarkan hasil dari rekapitulasi kuesioner NBM menunjukkan bahwa pekerja di CV Bagoes Collection mengalami sakit pada bagian yang sama yaitu di bagian tubuh atas dan kaki kanan.

#### Usulan Perbaikan

Berikut merupakan usulan perbaikan pada penelitian ini berupa desain meja dan kursi yang baru pada stasiun *sewing*.

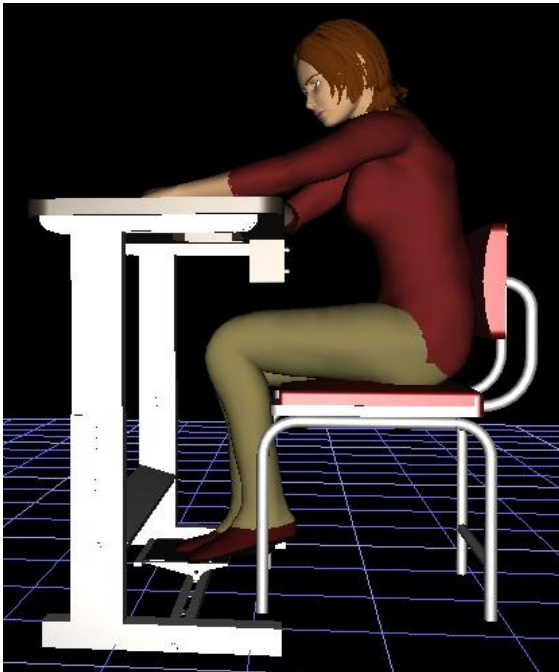
**Tabel 6. Desain Usulan Meja dan Kursi Stasiun Sewing**

Desain Meja	Desain Kursi
	
<p>Desain meja jahit ini dibuat sesuai dengan hasil kuesioner Nordic Body Map bahwa operator mengalami rasa nyeri pada bagian paha dan pergelangan kaki kiri karena posisi kaki kiri yang mengalami <i>twist</i> pada saat berpijak. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya tempat untuk pijakan kaki yang nyaman. Tinggi meja disesuaikan dengan antropometri tinggi siku duduk operator. Selain itu terdapat juga 2 buah rak yang dapat digunakan untuk menyimpan peralatan jahit sehingga</p>	<p>Desain kursi ini dibuat dengan pertimbangan hasil kuesioner Nordic Body Map dimana operator mengalami rasa nyeri pada bagian punggung, pinggang, pantat, dan bokong. Maka dari itu dibuatkan sandaran dan dudukan kursi disertai busa sehingga dapat mengurangi keluhan dari operator. Desain sandaran punggung dibuat melengkung ke depan agar sandaran</p>



memudahkan operator dalam mencari peralatan yang akan digunakan. Selain itu rangka meja dibuat *adjustable* agar dapat diatur ketinggiannya sesuai kebutuhan.

dapat menyokong dari lumbar operator sehingga operator dapat duduk dengan tegak.



Gambar 3. Pemodelan Postur Kerja Setelah Perancangan

#### KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan kuesioner QEC seluruh operator sewing memiliki nilai exposure level 72 – 74% artinya seluruh operator yang bekerja pada stasiun sewing beresiko terjadinya cedera musculoskeletal

2. Usulan perbaikan yang diberikan berupa rancangan stasiun kerja sewing baru yang dapat dilihat pada gambar 3 yakni berupa rancangan meja dan kursi.
3. Berdasarkan dari hasil analisis usulan perbaikan rancangan stasiun kerja *sewing*, diharapkan mampu mengurangi risiko cedera pada pekerja terutama pada bagian punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. Dengan rancangan stasiun kerja sewing yang baru ini, posisi punggung dari pekerja pun akan berada pada posisi hampir netral atau tegak, posisi bahu/lengan tidak terangkat ke atas karena ditopang oleh lengan bawah yang bersandar di meja, pergelangan tangan yang hampir lurus/tidak menekuk, dan leher pekerja tidak tertekuk pada saat melakukan proses menjahit.

## PUSTAKA

- Adha, Ezi Rezia., Yuniar & Arie D. (2014). "Usulan Perbaikan Stasiun Kerja pada PT. Sinar Advertama Servicindo (SAS) Berdasarkan Hasil Evaluasi Menggunakan Metode Quick Exposure Check (QEC)", *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* Vol 2 No 04.
- Bidiawati, Ayu & Suryani, E.n. (2015). "Improving The Work Position of Worker's Based on Quick Exposure Check Method to Reduce the Risk of Work Related Musculoskeletal Disorders", *Industrial Engineering and Service Science 2015*. Procedia Manufacturing 4 ( 2015 ) 496 – 503.
- Corlett, D.A. (1992). *Overview of Biological, Chemical, and Physical Hazard*. New York : Chapman and Hall
- Kroemer, K.H.E., Kroemer, H.B., & Kroemer-Elbert, K.E. (2001). *Ergonomics: How to Design for Ease & Efficiency*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Li, Guangyan and Peter Buckle. (1999). *A Practical Method For The Assessment of Work- Related Musculoskeletal Risk – Quick Exposure Check (QEC)*. Proceeding of Human Factors And Ergonomics Society 42nd Annual Meeting. 1351-1355.
- Atamney, L. & Corlett, E.N., 1993, *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*, Applied Ergonomics, 24: 91-99.
- Motamedzade, M. Ashuri, M. R. Golmohammadi, R. Mahjub, H. (2011). "Comparison of Ergonomic Risk Assessment Outputs from Rapid Entire Body Assessment and Quick Exposure Check in an Engine Oil Company", *Journal of Research in Health Sciences* , Vol 11 (1) pp. 26-32.
- Suhardi, Bambang.(2008). *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Sutalaksana, Iftikar Z. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.
- Wignojosoebroto, Sritomo. (2003). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Meningkatkan Produktifitas Kerja..* Jakarta: PT. Gunawidya.

## **PENERAPAN *LEAN SERVICE* PADA KEGIATAN BONGKAR DAN *DELIVERING* PETI KEMAS *FULL CAR LOAD (FCL)* DI TERMINAL PETI KEMAS SEMARANG**

**Rizqi Rahmawati Chotimah<sup>1</sup>, Dyah Ika Rinawati<sup>2</sup>, Devi Amalia A<sup>3</sup>, Laila Izzatunnisa<sup>4</sup>, Afryan  
Eki Tanoga<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: rizqirahma20@gmail.com

### **ABSTRAK**

Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS) merupakan pengembangan unit terminal peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. TPKS berfungsi sebagai pintu gerbang utama perekonomian Jawa Tengah dan DIY dalam moda transportasi laut. Berdasarkan laporan manajemen TPKS tahun 2015, terdapat beberapa indikator *service* yang belum memuaskan, seperti *waiting time*, *effective time*, *idle time*, dan *Not Operating Time* masing-masing adalah 4,44 jam, 54,81 jam, 15,24 jam, dan 28, 28 jam. Hal tersebut belum memenuhi target standar RKAP 2015 masing-masing yaitu 0,7 jam, 50,54 jam, 8 jam, 16,38 jam. Selain itu layout pada lapangan penumpukan di TPKS juga belum tertata dengan baik sehingga beresiko membahayakan keselamatan kerja. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pemborosan dari serangkaian proses bisnis yang ada di TPKS melalui pendekatan *Lean Service* dan memberikan rekomendasi guna meningkatkan *value process* yang lebih efisien. Beberapa alat *Lean* yang diterapkan pada penelitian ini adalah *Value Stream Mapping* dan *process activity mapping*. Pada penelitian ini juga diberikan beberapa usulan perbaikan antara lain: penggunaan *straddlecarrier system*, penerapan 3 *buffer zone area*, penggunaan alat A-RTG, perbaikan layout, dll. Berdasarkan usulan yang diberikan, metode *Lean* ini mampu meringkas *non value added activities* di TPKS hingga 6,3 jam tiap sekali pembongkaran, dengan peningkatan efisiensi sebesar 3,92%.

**Kata Kunci:** *Lean Service*; Peti Kemas; *Process Activity Mapping*; *Value Stream Mapping*; Waste;

### **1. PENDAHULUAN**

Pengiriman barang dengan menggunakan peti kemas telah banyak dilakukan, dan volumenya terus meningkat dari tahun ke tahun. Beberapa pelabuhan terkemuka telah mempunyai fasilitas-fasilitas pendukungnya yang berupa terminal peti kemas seperti Pelabuhan Tanjung Priok, Tanjung Emas, Tanjung Perak, Belawan dan Makassar. (Supriyono, 2010).

Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS) merupakan pengembangan dari unit terminal peti kemas dari Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Sejak tanggal 1 Juli 2001 TPKS ditetapkan menjadi unit bisnis tersendiri yang terpisah dari manajemen Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. TPKS berfungsi sebagai pintu gerbang utama perekonomian Jawa Tengah dan DIY dalam moda transportasi laut. Kegiatan pelayanan di TPKS sendiri berupa bongkar, muat, *receiving*, *delivering*, rubah status (*Behandle*) dan *Less Than Container Load (LCL)*.

Berdasarkan laporan manajemen perusahaan, arus bongkar muat peti kemas mengalami peningkatan tiap tahunnya, hal ini dapat dilihat dari *throughput* tahun 2014 575.671 TEU's (*Twenty Foot Equivalent Unit*) dan meningkat hingga mencapai 608,201 TEU's di tahun 2015. Namun hal tersebut belum diimbangi dengan upaya peningkatan performansi pelayanan yang berujung pada peningkatan efisiensi kerja. Menurut Standar Perhubungan Laut Nasional, performansi pelayanan pelabuhan dapat dilihat melalui indikator kinerja kepelabuhanan yang terdiri dari *output*, *service*, dan utilitas. Berdasarkan laporan manajemen tahun 2015, terdapat beberapa indikator *service* yang belum memuaskan, seperti *waiting time*, *effective time*, *idle time*, dan *Not Operating Time* masing-masing adalah 4,44 jam, 54,81 jam, 15,24 jam, dan 28, 28 jam. Hal tersebut belum memenuhi target standar RKAP 2015 yaitu masing-masing 0,7 jam, 50,54 jam, 8 jam, 16,38 jam. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka TPKS harus mengevaluasi kembali efisiensi pelayanan dalam proses bisnis perusahaannya. Efisiensi perusahaan sendiri salah satunya dapat dilihat dari waktu proses pelayanan serta pemborosan – pemborosan selama proses kegiatan bongkar muat berlangsung.

Konsep *Lean* yang telah diperkenalkan oleh Toyota Corps pada tahun 1960 mampu mengidentifikasi dan menghapuskan *waste* atau aktivitas yang tidak memberi nilai tambah suatu

organisasi melalui perbaikan berkelanjutan dengan tujuan untuk menciptakan *value process*. Konsep ini dalam aktivitas bisnis bongkar muat petikemas bertujuan untuk menghapuskan *waste* melalui pemahaman tentang *value* untuk pengguna jasa dan bagaimana untuk menyampaikan *value added* tersebut kepada perusahaan (Womack, 2003).

#### a) Rumusan masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas dalam paper ini adalah terjadi kurangnya efisiensi pelayanan bongkar dan *delivering* peti kemas yang ditunjukkan dengan tingginya *waiting time*, *effective time*, *idle time*, dan *Not Operating Time* masing-masing adalah 4,44 jam, 54,81 jam, 15,24 jam, dan 28, 28 jam. Hal tersebut belum memenuhi target standar RKAP 2015 masing-masing yaitu 0,7 jam, 50,54 jam, 8 jam, 16,38 jam. Untuk mencapai target standar minimal dibutuhkan waktu yang lebih sedikit dari target yang telah ditetapkan. Berdasarkan observasi yang dilakukan, terlihat *layout* di lapangan penumpukan TPKS belum tertata dengan baik karena masih banyak truk yang berlalu lalang di area yang seharusnya tidak membutuhkan truk untuk moda transportasinya. Hal ini menyebabkan jalur yang area lapangan penumpukan yang belum tertata rapi dan dapat menyebabkan risiko kecelakaan kerja dan pelayanan bongkar muat yang kurang efisien.

#### b) Tujuan penulisan

Tujuan penulisan dalam *paper* ini adalah (1) Menggambarkan aliran proses bongkar dan *delivering* menggunakan *Value Stream Mapping*. (2) Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas proses bongkar hingga *delivering* yang merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai produk (*non value added*) menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) dan mengurangi *waste* dari tiap proses. (3) Memberikan gambaran *layout* perbaikan di lapangan penumpukan untuk menunjang keefisienan waktu pelayanan bongkar-*delivering*. (4). Memberikan usulan perbaikan dalam proses bongkar dan *delivering* sehingga mampu meningkatkan keefisienan kerja.

## 2. LANDASAN TEORI

### a) Pendekatan *lean service*

*Lean* adalah konsep pemikiran mengenai efisiensi konsep ini digunakan untuk merampingkan atau mengefisiensikan (*waste*). Sebagaimana *waste* dapat diartikan sebagai kegiatan yang tidak menghasilkan *value* (nilai). Konsep *Lean* disini digunakan untuk mengeliminasi *waste* dalam kegiatan dengan tujuan untuk meningkatkan *output* dan peningkatan keuntungan. (Karim & Arif-Uz-Zaman, 2013). Selama satu dekade terakhir, implementasi *lean strategy* juga tumbuh secara signifikan pada bidang jasa (Narayanamurthy & Gurumurthy, 2016). Secara konsep, implementasi *Lean Service* di industri jasa hampir sama dengan penerapan *Lean Enterprise* pada industri manufaktur. *Waste* yang terjadi dalam bidang pelayanan dapat menyebabkan pudarnya loyalitas, hilangnya kepercayaan pelanggan, berkurangnya profit, dan mempengaruhi *image* perusahaan di mata umum secara langsung. (Lubis, 2010). Tantangan utama penerapan *Lean* dalam industri jasa adalah kurangnya kesadaran akan adanya manfaat penerapan *Lean* dan kesalahan dalam mengidentifikasi *waste* yang ada pada sistem tersebut (Shradha & Authors, 2016).

### b) *Process activity mapping*

*Process Activity Mapping* mengidentifikasi aktivitas –aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan mana yang tidak memberikan nilai tambah. Aktivitas – aktivitas tersebut didefinisikan sebagai berikut (Womack, 2003):

- *Value added* adalah aktivitas yang memberikan nilai terhadap produk dan pelanggan sehingga aktivitas ini harus selalu ditingkatkan.
- *Necessary non value added* adalah aktivitas yang masih diperlukan dalam proses produksi seperti inspeksi dan pemindahan tetapi tidak memberikan nilai terhadap produk.
- *Non value added* adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk dan harus diminimasi atau dihilangkan dari dalam proses produksi.

Selain itu *Process Activity Mapping* akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi 5 jenis yaitu: Operasi (*Operation*), Transportasi (*Transportation*), Inspeksi (*Inspection*), Penyimpanan (*Storage*), dan Kegiatan Menunggu (*Delay*).

Operasi (*Operation*) dan inspeksi (*Inspection*) adalah aktivitas yang bernilai tambah (*value added*). Sedangkan transportasi (*Transportation*) dan penyimpanan (*Storage*) berjenis penting tapi tidak bernilai tambah. Adapun *delay* adalah aktivitas yang sebaiknya dikurangi atau dihilangkan karena tidak bernilai tambah (*non value added*).

### 3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dimulai dari perumusan masalah. Perumusan masalah ini dilakukan dengan cara membaca referensi tentang *Lean strategy*, meninjau langsung proses pelayanan di TPKS, maupun dengan melakukan wawancara dengan narasumber tentang terkait pelayanan bongkar dan *delivering* di TPKS. Kemudian langkah selanjutnya penulis melakukan identifikasi masalah. Untuk identifikasi masalah ini dikaitkan dengan penelitian sebelumnya, yaitu terkait dengan waktu pelayanan kegiatan operasional di Pelabuhan Tanjung Emas. Dalam penelitian ini penulis mencoba menerapkan *Lean strategy* sebagai usulan langkah perbaikan pada kegiatan operasional khususnya bongkar dan *delivering*. Selanjutnya adalah tahap pengumpulan data. Data yang telah dikumpulkan ini terbagi menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder. Untuk data primer, penulis mendapatkannya langsung melalui wawancara dengan narasumber. Sedangkan untuk data sekunder penulis mendapatkannya melalui data – data kinerja operasional yang didapatkan penulis di divisi operasi pada perusahaan tersebut.

Penelitian ini dilakukan pada kegiatan bongkar peti kemas dan *delivering* yang terjadi di *Container Yard 01*, dimana lapangan tersebut khusus menangani kegiatan bongkar-muat serta *receiving-delivering*. Waktu-waktu yang ditampilkan merupakan rata-rata waktu dari indikator pelayanan (*service*). Data yang dijadikan sampel pada penelitian ini adalah pada kegiatan bongkar, dengan kapasitas rata-rat kapal berjumlah 150 unit box *container Full Car load* dengan berat keseluruhan rata-rata 16.000 Gross Ton.

Setelah mendapatkan data – data tersebut, penulis melakukan pengolahan data yaitu menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)*, *process activity mapping (PAM)*, identifikasi *seven waste*, serta menggambarkan ilustrasi *layout* lapangan penumpukan yang telah ada. Kemudian akan dilakukan analisis dari keseluruhan kondisi yang telah ada.

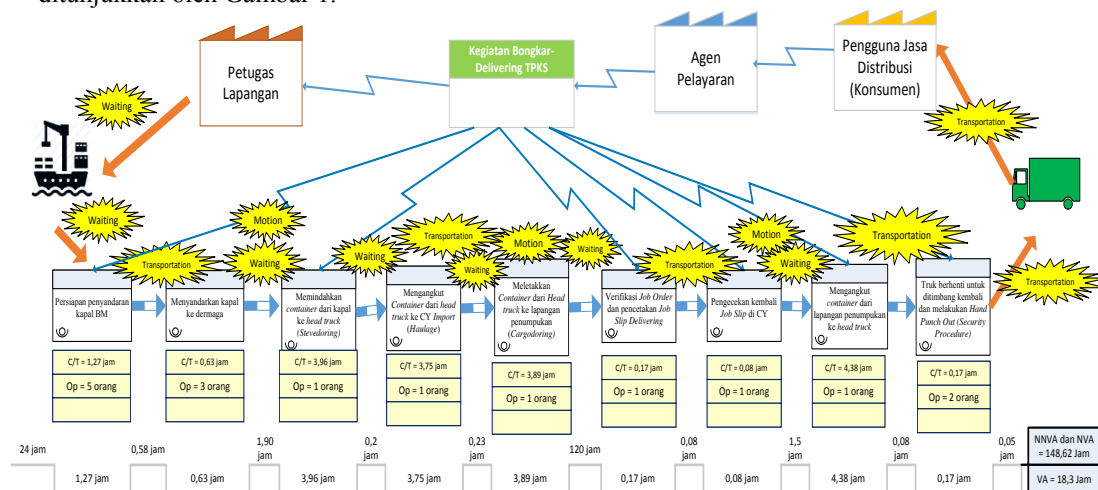
Langkah selanjutnya adalah menggambarkan kondisi perbaikan yang diharapkan. Hal tersebut digambarkan melalui: *future stream mapping*, *future PAM*, ilustrasi *layout* perbaikan. Keseluruhan ilustrasi proses perbaikan tersebut akan dianalisis serta dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Langkah terakhir di penelitian juga akan diberikan beberapa usulan perbaikan bagi perusahaan terkait dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a) Current Condition

##### • Current Stream Mapping

*Current Stream Mapping* menggambarkan aliran proses bisnis perusahaan pada suatu aktivitas tertentu, serta mengidentifikasi entitas, waktu, dan aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah maupun yang tidak bernilai tambah. Alur proses kegiatan bongkar dan *delivering* yang telah ada di TPKS ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Current Stream Mapping

##### • Current PAM

Berikut merupakan tabel *Process Activity Mapping* dari kegiatan bongkar dan *delivering* yang telah ada di TPKS: *Current Process Activity Mapping* merupakan penjabaran dari *current Stream Mapping* yang telah dibuat sebelumnya ke dalam bentuk tabel, untuk mengidentifikasi lebih lanjut aktivitas-aktivitas yang digolongkan berdasarkan Operasi (O), Transportasi (T), Inspeksi (I),

Storage (S), Delay (D). Tabel *Process Activity Mapping* dari kegiatan bongkar dan *delivering* yang telah ada di TPKS ditunjukkan oleh Tabel 1.

**Tabel 1. Current PAM**

No	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak (m)	Jumlah TK (orang)	Waktu (jam)	Aktivitas					VA/N
						O	T	I	S	D	VA/N NVA
1	Menunggu pengesahan dokumen bongkar (kegiatan administratif pengajuan pelayanan bongkar dan <i>delivering</i> , <i>meeting</i> jadwal penyandaran)	Komputer (via e-mail)	-	2	24					X	NVA
2	Persiapan penyandaran kapal BM (penetapan pelayanan pemanduan, penyiapan kapal pandu, pandu naik ke kapal)	Kapal tunda	-	5	1,27	X					VA
3	Perjalanan kapal dari <i>buoy</i> ke dermaga (AT)	Kapal tunda	20	5	0,58		X				NNVA
4	Menyandarkan kapal ke dermaga	Kapal tunda	-	3	0,63	X					VA
5	Menunggu persiapan alat bongkar muat, meliputi persiapan operator siap mengoperasikan, set up <i>crane</i> , <i>crane emulsion</i> , menunggu persiapan <i>head truck</i> agar mengantre di apron ( <i>NOT Preparation</i> )	Container Crane, Head Truck	-	5	1,9					X	NVA
6	Memindahkan <i>container</i> dari kapal ke <i>head truck</i> ( <i>Stevedoring</i> )	Container Crane	-	1	3,96	X					VA
7	Menunggu peletakan <i>container</i> siap di atas <i>head truck</i> ( <i>NOT</i> )	Container Crane, Head truck	-	1	0,2					X	NVA
8	Mengangkut <i>Container</i> dari <i>head truck</i> ke <i>CY Import</i> ( <i>Haulage</i> )	Head truck	5	1	3,75	X					VA
9	Menunggu pemindahan <i>container</i> di <i>head truck</i> oleh <i>top loader</i> ( <i>NOT</i> )	-	-	1	0,23					X	NVA
10	Meletakkan <i>Container</i> dari <i>Head truck</i> ke lapangan penumpukan ( <i>Cargodoring</i> )	Top Loader	2	1	3,89	X					VA
11	<i>Container</i> menunggu di lapangan penumpukan untuk diambil oleh truk distribusi ( <i>dwelling time</i> )	-	-	-	120				X		NNVA
12	Verifikasi <i>Job Order</i> dan pencetakan <i>Job Slip Delivering</i> ( <i>Idle time</i> )	Komputer, Scanner, Printer	-	1	0,17			X			VA
13	Truk menuju lapangan penumpukan	Truk	5	1	0,08		X				NNVA
14	Pengecekan kembali <i>Job Slip</i> di <i>CY</i>	Komputer	-	1	0,08			X			VA
15	Menunggu persiapan set up mesin RTG ( <i>Idle time</i> )	RTG	-	4	1,5					X	NVA
16	Mengangkut <i>container</i> dari lapangan penumpukan ke <i>head truck</i> ( <i>ET</i> )	RTG	3	1	4,38	X					VA
17	Truk menuju ke <i>Gate Out</i>	Head Truck	5	1	0,08		X				NNVA
18	Truk berhenti untuk ditimbang kembali dan melakukan <i>Hand Punch Out</i> ( <i>Security Procedure</i> )	Head Truck	-	2	0,17	X		X			VA
19	Truk meninggalkan <i>Gate Out</i>	Head Truck	-	1	0,05		X				NNVA

Pada *current stream mapping* kegiatan bongkar diawali dengan pengguna jasa yang menghubungi agen pelayaran untuk mengurus kegiatan bongkar dan *delivering* di TPKS. Kemudian

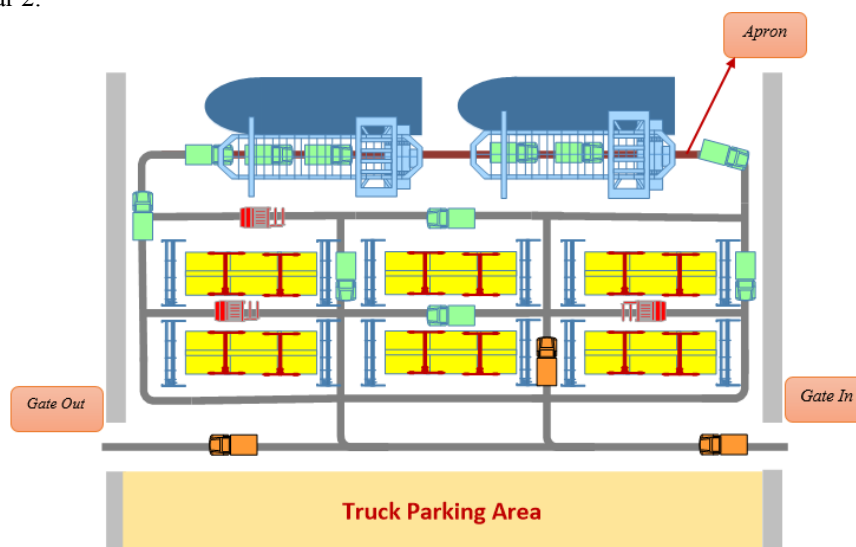
agen pelayaran akan menghubungi TPKS untuk mengajukan pelayanan bongkar sesuai pesanan konsumen. Pengurusan dokumen pengajuan pelayanan ini minimal dibutuhkan waktu 24 jam. Jika pengurusan dokumen dan pembayaran telah selesai, petugas divisi operasi TPKS akan menghubungi petugas lapangan (dalam hal ini petugas pemanduan) untuk memerintahkan kegiatan penyandaran kapal di kolam pelabuhan. Kemudian petugas pemanduan bersama dengan nahkoda akan melakukan persiapan penyandaran kapal berupa *set up* mesin kapal, penjelasan arah alur kolam, dll. Persiapan penyandaran ini membutuhkan waktu 1,27 jam. Kemudian petugas pemanduan dan nahkoda akan memindahkan kapal dari kolam luar pelabuhan menuju ke dermaga yang membutuhkan waktu 0,58 jam. Saat tiba di dermaga petugas *tally* akan mengikatkan kapal di bolder dermaga, dan kapal juga menyandarkan jangkarnya ke kolam dermaga. Kegiatan penyandaran kapal ini memerlukan waktu 0,63 jam.

Setelah kapal disandarkan, petugas bongkar akan melakukan persiapan bongkar yang meliputi *set up crane, crane emulsion*, persiapan *head truck*. Kegiatan persiapan bongkar ini membutuhkan waktu 1,9 jam. Kemudian petugas bongkar akan melakukan kegiatan *stevedoring* yang membutuhkan waktu 3,96 jam, sedangkan peletakan *container* di *head truck* membutuhkan waktu 0,2 jam. Setelah itu, *head truck* akan mengangkut *container* ke *container yard import (haulage)* yang membutuhkan waktu 3,75 jam. Setelah tiba di slot *CY Import*, *head truck* akan menunggu *top loader* untuk meletakkan *container* di slot (*cargodoring*) yang sudah disediakan. Kegiatan ini membutuhkan waktu 0,23 jam. Lalu *top loader* akan melakukan kegiatan *cargodoring* selama 3,89 jam. *Container* akan menunggu pengesahan dokumen pengajuan *delivering, manifest pelayaran dan import*, di lapangan penumpukan sekurang-kurangnya selama 120 jam. Hal ini disebut *dwelling time*.

Selanjutnya petugas *truck* yang akan mengambil *container* yang telah datang di TPKS akan melakukan verifikasi *job order* di pintu *gate* TPKS selama 0,17 jam. Kemudian *truck* akan menuju ke lapangan penumpukan selama 0,08 jam. Setelah *truck* tiba di lapangan penumpukan akan dilakukan pengecekan *job slip* kembali oleh petugas selama 0,08 jam. Hal ini dilakukan untuk memastikan tidak adanya kesalahan maupun kecurangan dalam pengambilan *container* nantinya. *Truck* akan parkir terlebih dahulu untuk mengantre dan menunggu persiapan *set up* mesin RTG selama 1,5 jam. Setelah semuanya siap, petugas RTG akan mengangkut *container* ke *head truck* selama 4,38 jam. Kemudian truk akan keluar menuju *gate out* selama 0,08 jam dan melakukan *security procedure* di *gate out* 0,17 jam. Hal ini dilakukan untuk memastikan kesesuaian jenis dan berat *container* yang akan diangkut oleh truk. Kemudian truk akan meninggalkan *Gate out* dalam waktu 0,05 jam. Total waktu yang dibutuhkan untuk *curret condition* ini sebesar 166,92 jam, dengan 148,62 jam NNVA dan NVA serta 18,3 jam VA.

- **Current Layout**

*Current Layout* merupakan penggambaran ilustrasi *layout* yang telah ada. Ilustrasi *layout* lapangan penumpukan pada kegiatan bongkar dan *delivering* yang berada di *Container Yard 01* digambarkan di Gambar 2.



**Gambar 2. Current Layout**

Pada *layout* yang diilustrasikan pada Gambar 2 terlihat bahwa alur *head truck delivering* dapat memotong alur *head truck* yang membawa *container* dari apron. Hal ini tentunya akan menyebabkan *bottleneck* berupa antrean *head truck* yang lain di belakangnya. Selain itu pengaturan

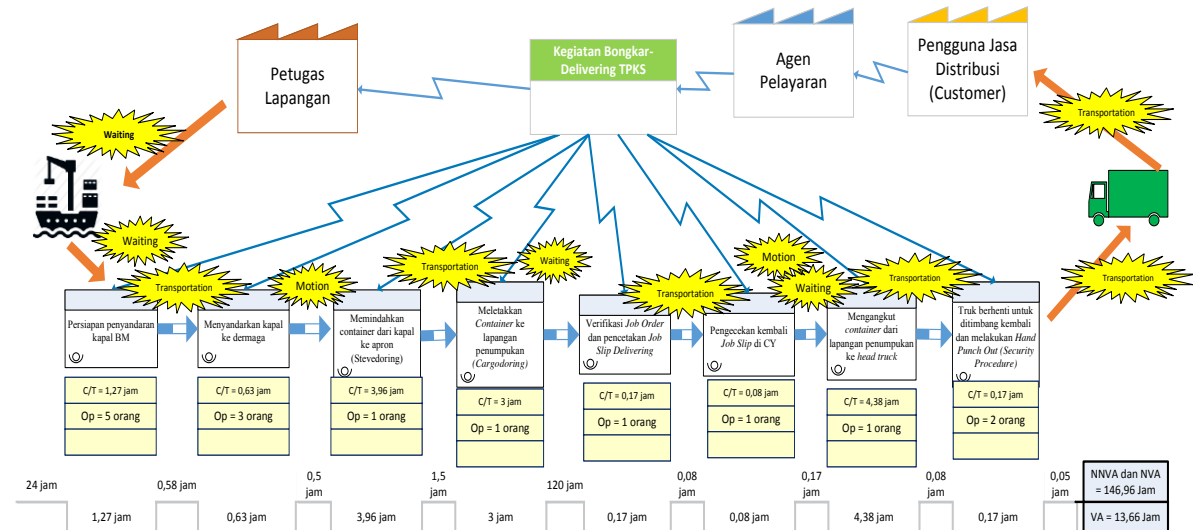


alur keluar masuk *head truck* di slot RTG kurang diatur. Sehingga membuat kondisi di lapangan terkesan berantakan, karena tidak jelas antara alur *head truck delivering* dengan *head truck* TPKS yang berasal dari apron. Sehingga akan menyebabkan kegiatan pelayanan kurang efisien.

#### b) Future Condition

#### • Future Stream Mapping

*Future Stream Mapping* merupakan penggambaran aliran proses bisnis perbaikan dari *current Stream Mapping*. Alur proses kegiatan bongkar dan *delivering* yang diusulkan untuk perbaikan di TPKS ditunjukkan di Gambar 3.



Gambar 3. Future Stream Mapping

#### • Perbandingan Current PAM dan Future PAM

Pada tabel perbandingan *current* dan *future* berikut menjelaskan bagian mana saja dari *current PAM* yang telah diubah di *future PAM*. Perbandingan *Current* dan *Future PAM* dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan PAM

Current Condition				Future Condition			
No	Aktivitas	Alat	Waktu (jam)	Keterangan Perbaikan	Alat	Waktu (jam)	Keterangan
5	Menunggu persiapan alat bongkar muat (NOT Preparation)	Container Crane, Head Truck	1,9	Operator telah siap berada di atas crane sebelum kapal yang akan dibongkar akan sandar di dermaga	Container Crane	0,5	Waktu Set up berkurang
6	Memindahkan container dari kapal ke head truck (Stevedoring)	Container Crane, Head Truck	3,96	Memindahkan container dari kapal ke straddle carrier (Stevedoring)	Container Crane, Straddle carrier	3,96	Alat Handling system diubah
7	Menunggu peletakan container siap di atas head truck (NOT)	Container Crane, Head truck	0,2	Kegiatan ini dihilangkan	-	-	-
9	Menunggu pemindahan container di head truck oleh top loader (NOT)	-	0,23	Kegiatan ini dihilangkan	-	-	-
15	Menunggu persiapan set up mesin RTG (Idle time)	RTG	1,5	Menunggu persiapan set up mesin A-RTG (Idle time)	A-RTG	0,17	RTG diganti A-RTG sehingga waktu operasi berkurang

Berdasarkan VSM dan PAM yang telah dibuat, dapat diketahui waktu siklus dari aktivitas bongkar dan *delivering* yang telah ada adalah rata-rata 166,92 jam dengan total aktivitas sebanyak 19 buah. Sedangkan untuk total waktu dari VSM dan PAM perbaikan yang telah dibuat menghasilkan waktu



sebesar 160,62 jam dengan total aktivitas sebanyak 17 buah. Berikut merupakan rekap tabel waktu siklus di tiap *Value Added activities (VA)*, *Necessary Non Value Added (NNVA) activities*, dan *Non Value Added (NVA) activities*:

**Tabel 3. Perbandingan Rekap Waktu**

Keterangan	<i>Current Condition</i>	<i>Future Condition</i>	Peningkatan Efisiensi (%)
	Waktu (Jam)	Waktu (Jam)	
VA	18,3	13,66	
NNVA / NVA	148,62	146,96	3,92
Total Waktu	166,92	160,62	

Pada waktu perbaikan terlihat memiliki total waktu yang lebih rendah daripada rekap waktu saat ini. Hal ini disebabkan karena pada usulan perbaikan untuk kegiatan *stavedoring, container* yang berasal dari *crane* langsung diletakkan ke apron, untuk selanjutnya diangkut ke lapangan penumpukan menggunakan *straddle carrier*. Dalam istilah *material handling* peti kemas, sistem ini disebut *straddle carrier system*. Sedangkan untuk sistem *material handling* yang ada saat ini masih menggunakan *chasis system*. Untuk *chasis system* pada kegiatan *stavedoring, container* yang diangkut dari kapal oleh *crane* akan diangkut menggunakan *head truck* menuju lapangan penumpukan. Setelah sampai di lapangan penumpukan, *container* tersebut akan dipindahkan oleh *top loader* untuk diletakkan di area lapangan penumpukan. Hal ini akan menyebabkan pemborosan *excessive transportation* berupa pengangkutan dua kali. Sehingga dalam hal ini *handling system* yang semula menggunakan *chasis system* sebaiknya diubah menjadi *straddle carrier system*. Selain untuk mengurangi pemborosan, penggunaan *straddle carrier* yang ukurannya lebih kecil daripada *head truck*, tidak terlalu memenuhi *space* di dermaga saat pengangkutan *container*. Hal ini terlihat pada tabel *Current PAM*, untuk aktivitas ke 7 dan 9 dapat dihilangkan.

Kemudian untuk waktu kegiatan *set up crane* sebelum kegiatan bongkar (aktivitas 5 Tabel PAM) dapat dikurangi. Dari yang semula 1,9 jam menjadi 0,5 jam. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara operator telah siap berada di atas *crane* sebelum kapal yang akan dibongkar akan sandar di dermaga. Hal ini memungkinkan waktu untuk *set up crane (emulsion)* lebih lama. Sehingga ketika kapal telah sandar, kegiatan bongkar dapat segera dilakukan, tanpa menunggu *set up crane* yang terlalu lama.

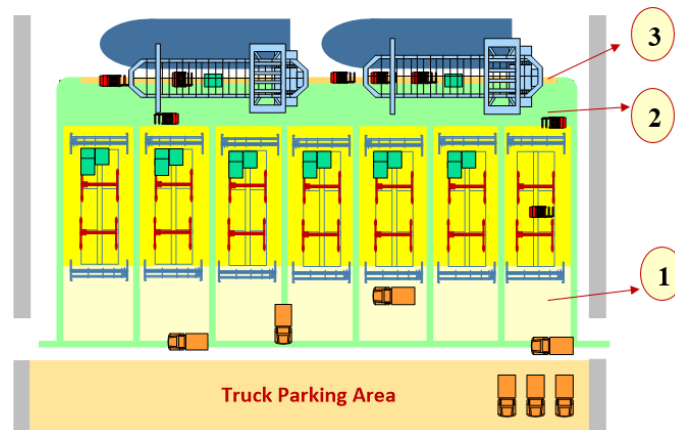
Pada aktivitas 6 juga terdapat perbedaan di Tabel PAM, yaitu pada kegiatan *stavedoring* di *chasis system*, *container* dapat langsung diletakkan di atas *head truck*. Sedangkan di usulan perbaikan, kegiatan *stavedoring* di *straddle carrier system*, *container* yang dibawa oleh *crane* diletakkan terlebih dahulu ke apron, untuk selanjutnya akan diangkut oleh *straddle carrier* yang telah mengantre di apron.

Pada waktu aktivitas ke 15 yaitu menunggu persiapan *set up* mesin RTG, juga dapat diperbaiki. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengganti mesin RTG dengan A-RTG. Untuk pengadaan mesin A-RTG saat ini sudah direncanakan di TPKS sejak tahun 2015. Proyek ini akan terus berjalan hingga tahun 2019, dengan jumlah mesin A-RTG mencapai 20 buah. Mesin A-RTG dapat dijalankan secara otomatis oleh operator yang berada di *tower*. Dimana *tower* tersebut sudah terintegrasi dengan *remote control* mesin A-RTG dan di pintu Gate In. Sehingga ketika ada *head truck* yang akan mengambil *container*, operator di mesin A-RTG sudah dapat mendeteksi *head truck*, dan mesin A-RTG tersebut akan langsung bekerja untuk memindahkan *container* di area penumpukan ke *head truck*. Hal ini memungkinkan akan mengurangi waktu *set up* mesin RTG.

Dari keseluruhan waktu proses bongkar dan *delivering* apabila menggunakan konsep *Lean Service* ini diperkirakan akan mampu mengurangi waktu siklus sebesar 6,3 jam setiap kali kegiatan bongkar-*delivering*. Apabila dalam setiap kegiatan bongkar *delivering* telah melayani rata-rata 150 *container*, maka setiap 1 buah *container* dapat menghemat waktu kurang lebih 2 menit. Artinya dengan menghemat waktu sebesar 6,3 jam, maka sistem pelayanan akan mampu melayani 20 *container* lebih banyak dari sistem pelayanan sebelumnya. Jika proses pelayanan bongkar bernilai \$80/*container*. Maka dengan melayani 20 *container* lebih banyak akan menambah pendapatan perusahaan sebesar Rp 20.800.000 untuk sekali pelayanan. Dalam sehari TPKS mampu melayani 6 kali pelayanan bongkar-muat. Sehingga total pendapatan perusahaan dengan penerapan *Lean Service* ini diharapkan menambah sebesar Rp 124.800.000/ hari. Hal tersebut signifikan apabila konsep *Lean Service* ini diterapkan dalam proses pelayanan bongkar-*delivering* di TPKS.

- **Future Layout**

*Future Layout* merupakan penggambaran ilustrasi *layout* yang diusulkan. Usulan ilustrasi *layout* lapangan penumpukan pada kegiatan bongkar dan *delivering* digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Future Layout

Pada layout perbaikan terlihat bahwa *head truck* hanya boleh memasuki area lapangan penumpukan di *buffer zone 1 (land side transfer area)*, yaitu area luar jalur RTG hingga ke pintu *gate* keluar. Kemudian di area *buffer zone 2 (water side transfer area)*, yaitu area luar jalur *crane* hingga area operasi RTG hanya digunakan untuk alur *handling straddle loader*. Sehingga dalam hal ini pada *buffer zone 2* tidak ada *head truck* yang berlalu lalang mengganggu alur dari *straddle carrier*. Dan terakhir area *buffer zone 3* yaitu *QC area*, digunakan untuk aktivitas *stevedoring*. Pada aktivitas *stevedoring* ini, *container* dipindahkan oleh *crane* ke *apron*, dan langsung diangkut oleh *straddle carrier* yang telah menunggu di sepanjang *apron*.

## 5. USULAN PERBAIKAN

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan di TPKS ini antara lain:

- Menggunakan *straddle carrier system* pada *handling system* untuk pengangkutan *container* dari *crane* ke lapangan penumpukan. Sehingga tidak terjadi pengangkutan dua kali, antara *head truck* dengan *straddle carrier*.
- Menerapkan *vertical automated structure* pada layout lapangan penumpukan, sehingga *container* disusun secara vertikal sehingga menciptakan lebih banyak ruang untuk menampung *container*.
- Menerapkan 3 *buffer zone*, yaitu *land side transfer area*, *water side transfer area*, dan *QC area*. Untuk zona *land side transfer area* hanya dilalui oleh truk – truk yang akan mengangkut *container* untuk selanjutnya dilakukan pengangkutan ke *consumer*. *Water side transfer area* hanya dilalui oleh *straddle carrier* yang akan mengangkut *container* dari *crane* ke lapangan penumpukan, sehingga tidak akan ada lagi truk yang berlalu lalang di *water side transfer area* maupun di sekitar area pengoperasian RTG. *QC area* merupakan area pengangkutan *container* dari *crane* sebelum diangkut oleh *straddle carrier*. Area *QC* ini juga terhubung dengan *control tower* sehingga apabila *container* telah selesai diangkut oleh *crane* akan langsung diangkut oleh *straddle carrier* sehingga menghindari adanya tumpukan.
- Menggunakan sistem otomatisasi pada pengoperasian seluruh peralatan bongkar muat, seperti *automated RTG* sehingga pengoperasiannya dapat terhubung di *TOS (Terminal Operation System)* dan *Control Tower*. Hal ini memungkinkan seluruh data mengenai layanan bongkar muat dapat terintegrasi dengan cepat, sehingga seluruh operator akan langsung siap melayani apabila ada truk yang datang akan mengangkut *container* dari RTG, selain itu juga tidak perlu dilakukan verifikasi *Job slip* hingga dua kali.
- Pemerintah hendaknya perlu mempertegas peraturannya, terkait dengan upaya pengurangan waktu *dwelling time*. Hal tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut:
  1. Menerapkan sanksi berupa denda bagi perusahaan yang lambat dalam pengurusan dokumen. Hal ini akan mendorong pihak yang menitipkan barangnya di dalam *container* TPKS dapat segera mengambilnya, sehingga akan memungkinkan berkurangnya *dwelling time* hingga 3 hari sesuai yang ditargetkan Pemerintah saat ini.
  2. Menaikkan denda penalti bagi importir yang tidak mengambil barangnya selama dua hari. Selama ini importir hanya dikenakan denda Rp27.500,00/ jam bagi kontainer yang menginap lebih dari dua hari di pelabuhan. Tarif ini sangat murah dibandingkan jika pemilik barang menyewa gudang di luar pelabuhan.
  3. Menerapkan sistem Teknologi Informasi (IT) yang terintegrasi dari setiap kementerian dan lembaga yang terkait dengan proses pengurusan perizinan barang di pelabuhan. Salah satunya

dengan mengintensifkan penggunaan portal Indonesia National Single Window (INSW) yang sudah ada.

- Meningkatkan standar keselamatan kerja di area lapangan penumpukan, sehingga tidak akan lagi orang yang sembarangan masuk dan berada di sekitar area lapangan penumpukan untuk jalur pengangkutan *container*.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan penggambaran aliran proses bongkar dan *delivering* menggunakan *value Stream Mapping (VSM)*, dapat diketahui beberapa *waste* di TPKS berupa *waiting*, *transportation*, dan *motion* pada proses pelayanan tersebut. Untuk itu agar proses pelayanan di TPKS dapat optimal memerlukan penerapan *Lean Strategy*. *Lean Service* dapat mengidentifikasi aktivitas *value added*, *necessary non value added*, dan *non value added* secara lebih rinci menggunakan *Process Activity Mapping* sesuai VSM yang telah dibuat sebelumnya. Perbaikan proses yang dapat dilakukan antara lain: menerapkan *straddle carrier system* sehingga tidak terjadi pengangkutan dua kali, menerapkan *vertical automated structure* pada *layout* lapangan penumpukan untuk menciptakan lebih banyak ruang untuk menampung *container*, menerapkan 3 *buffer zone*, menggunakan sistem otomatisasi pada pengoperasian seluruh peralatan bongkar muat, mengajukan usulan pada pemerintah untuk mempersingkat alur birokrasi pengajuan pelayanan bongkar muat dan mempertegas peraturannya, serta meningkatkan standar keselamatan kerja di area lapangan penumpukan.

Dari keseluruhan waktu proses bongkar dan *delivering* apabila menggunakan konsep *Lean Service* ini diperkirakan akan mampu mengurangi waktu siklus sebesar 6,3 jam setiap kali pelayanan dan meningkatkan efisiensi sebesar 3,92%. Apabila dalam setiap kegiatan bongkar *delivering* telah melayani rata-rata 150 *container*, maka setiap 1 buah *container* dapat menghemat waktu kurang lebih 2 menit. Artinya dengan menghemat waktu sebesar 6,3 jam, maka sistem pelayanan akan mampu melayani 20 *container* lebih banyak dari sistem pelayanan sebelumnya. Hal tersebut signifikan apabila konsep *Lean Service* ini diterapkan dalam proses pelayanan bongkar-*delivering* di TPKS. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan suatu analisis finansial untuk mengetahui apakah proyek *straddle carrier system* tersebut layak dijalankan atau tidak.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian kami melalui Program Kreativitas Mahasiswa tahun 2017.

## PUSTAKA

- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). "A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations", *Business Process Management Journal*. vol. 19, no. 1, pp. 169–196.
- Lubis, M. (2010). "Mengidentifikasi Non Value Added Activities di Industri Jasa", *Jurnal IPTEK*. vol. 12, no. 1
- Narayanamurthy, G., & Gurumurthy, A. (2016). "Systemic leanness: An index for facilitating continuous improvement of lean implementation", *Journal of Manufacturing Technology Management*. vol. 27, no. 8, pp. 1014–1053.
- Shradha Gupta Monica Sharma Vijaya Sunder M, & Authors, F. (2016). "Lean Services : a Systematic Literature Review", *International Journal of Productivity and Performance Management*. vol. 65, no. 8.
- Supriyono. (2010). Analisis Kinerja Terminal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*. vol. 19, no. 1.
- . (2015). *Laporan Manajemen Terminal Peti Kemas Semarang*
- Womack, P. J. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation*. New York: Free Press.

## IMPLEMENTASI MODEL HWWP DALAM STRATEGI PENINGKATAN KUALITAS LAYANAN BISNIS TAKSI

Ronald Sukwadi<sup>1</sup>, Sella Falian<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jl. Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930  
Telp. (021) 5708826

E-mail: ronald.sukwadi@atmajaya.ac.id; ronaldmanutd@yahoo.com

## ABSTRAK

Dengan munculnya bisnis transportasi mobil online, seperti GrabCar, Uber, Go-Car, persaingan bisnis taksi di Indonesia khususnya di DKI Jakarta semakin ketat. Untuk dapat memenangkan persaingan, perusahaan taksi harus dapat pertama kali mengidentifikasi, memenuhi, bahkan melebihi atribut layanan apa yang dibutuhkan pelanggannya. Dalam penelitian ini, model HWWP (Health Weapon Wealth Prospect) digunakan sebagai strategi peningkatan kualitas layanan yang melebihi kebutuhan pelanggan tersebut. Dalam model ini, teori kebutuhan Maslow diintegrasikan dengan model Kano, IPA, dan nilai koefisien kepuasan pelanggan. Studi empiris model dilakukan pada perusahaan Taksi Express. Dari hasil penelitian ini didapat beberapa strategi peningkatan kualitas layanan yang menjadi prioritas utama seperti safety education program, customer service basic, perawatan rutin, sistem pemesanan online, dan program asuransi.

**Kata Kunci:** IPA; koefisien kepuasan; kualitas layanan; model HWWP; model Kano; teori Maslow

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi telah terjadi perubahan besar dalam perkembangan bisnis berbasis internet di Indonesia. Perkembangan teknologi tersebut memungkinkan manusia untuk mengubah cara berkegiatan secara manual beralih ke digital. Kemajuan teknologi informasi ini sangat dirasakan manfaatnya oleh pengguna, yaitu dalam hal efisiensi, kecepatan dan kemudahan (Rahayudi & Sukoharsono, 2008). Tingginya jumlah pengguna internet di Indonesia dengan perangkat *smartphone* yang canggih membuat beragam bisnis berbasis internet semakin gencar (Lukman, 2013; Millward, 2014). Banyaknya aplikasi online membuat konsumen lebih mudah dan cepat dalam memilih dan melakukan transaksi.

Perkembangan teknologi informasi ini membuka peluang bagi perusahaan untuk menawarkan jasa transportasi online seperti Uber, Grab, Gojek dsb (Sukwadi & Willim, 2016). Perkembangan perusahaan transportasi berbasis online cukup pesat sehingga mempengaruhi perusahaan-perusahaan jasa transportasi konvensional seperti taksi. Taksi Express (Express Transindo Utama Tbk) telah mengalami penurunan omset hampir 30% hingga April 2015. Selain bersaing dengan jasa transportasi online, Taksi Express juga memiliki pesaing sesama taksi konvensional seperti Taksi Blue Bird, Trans Cab, Taxiku, Gamy dsb.

Munculnya kompetitor yang kuat, memaksa pihak Taksi Express untuk selalu meningkatkan pelayanannya demi mempertahankan dan meningkatkan pangsa pasarnya. Layanan dengan kualitas yang baik tidak cukup untuk memenangkan kompetisi pasar (Sukwadi, 2015). Dalam pasar yang sangat kompetitif, keberhasilan suatu perusahaan tidak hanya sampai pada menyenangkan pelanggan, tapi memuaskan mereka (Oliver dkk, 1997) secara luar biasa dengan konsekuensi perilaku seperti kesetiaan atau *word-of-mouth* yang positif (Yang & Sung, 2011). Perusahaan perlu mengejar bahkan melebihi pemenuhan kebutuhan konsumen dan *customer-focus* merupakan aspek paling penting dalam orientasi pasar untuk memperoleh kesuksesan dalam bertransaksi (Heiens, 2000). Tidak semua peningkatan kualitas atribut dapat memuaskan pelanggan, karena itu perlu analisis dengan seksama atribut-atribut layanan apa saja yang dapat memuaskan pelanggan.

Metode SERVQUAL (Parasuraman dkk, 1985) sering digunakan dalam mengidentifikasi dan mengukur kualitas layanan dalam berbagai perusahaan/bisnis jasa, seperti pada pendidikan tinggi (Sukwadi & Yang, 2012), transportasi udara (Sukwadi & Marco, 2014), rumah sakit (Sukwadi dkk, 2014), kebun binatang (Sukwadi & Yang, 2014), taman hiburan modern (Sukwadi dkk, 2015), bandar udara (Sukwadi & Chandra, 2015), transportasi darat (Sukwadi & Jufina, 2015), restoran (Sukwadi & Dian, 2016), hotel (Sukwadi, 2017), dan kedai kopi (Sukwadi dkk, 2017). Dimensi SERVQUAL juga relevan untuk penelitian pada transportasi darat (Barabino dkk, 2012; Pakdil & Kurtuluşoğlu, 2014; Sukwadi & Willim, 2016). Menurut Parasuraman dkk (1988), SERVQUAL ini merupakan skala multi item yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas layanan yang meliputi lima dimensi yaitu: *tangible* (fasilitas fisik), *reliability* (keandalan), *responsiveness* (cepat tanggap), *assurance* (jaminan), dan *empathy* (empati).

Kepuasan pelanggan adalah salah satu elemen utama dari performansi keuangan perusahaan dan keuntungan yang di dapat (Anderson & Fornell, 1994). Hal ini juga terkait dengan pemenuhan implisit dan eksplisit kebutuhan pelanggan dengan atribut-atribut produk atau jasa (Tontini dkk, 2013). Mengubah suara pelanggan (*voice of customer*) ke dalam persyaratan desain untuk memuaskan kelompok sasaran mungkin dapat membantu perusahaan menangkap pangsa terbesar dari pasar (Yang & El-Haik, 2008; Sukwadi dkk, 2016). Model Kano (Kano dkk, 1984) sering digunakan untuk

mengelompokkan atribut-atribut produk. Namun, Witell dkk (2013) berpendapat bahwa perlu adanya pengembangan lebih lanjut dari metodologi Kano diperlukan untuk menciptakan produk yang baru dan menarik.

Potra dkk (2017) memperkenalkan model *Health Weapon Wealth Prospect* (HWWP) yang digunakan dalam menentukan prioritas utama yang akan diperbaiki dalam suatu layanan atau jasa. Model ini juga mengukur kualitas atribut produk berdasarkan tingkat kepentingan dari keinginan dan kepuasan pelanggan. Dalam model ini, teori kebutuhan Maslow diintegrasikan dengan model Kano (Kano dkk, 1984), *Importance Performance Analysis*/ IPA (Martilla, & James, 1977), dan nilai koefisien kepuasan pelanggan. Seperti pada model IPA, secara visual, atribut kualitas pelanggan juga terbagi ke dalam empat kuadran berbeda. Kelebihan dari model HWWP ini adalah model menggambarkan dengan lebih detail atribut-atribut yang ada ke dalam 4 kuadran, di mana setiap tiap kuadran dibagi menjadi 4 kategori lagi. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) mengidentifikasi atribut kualitas layanan pada pelanggan Taksi Express, 2) menentukan prioritas perbaikan pada atribut layanan Taksi Express, dan 3) memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas layanan Taksi Express dan pangsa pasar.

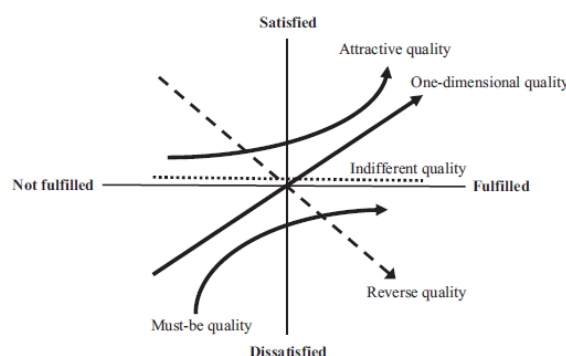
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a. Model Kano

Metode Kano dikembangkan oleh Dr. Noriaki Kano (Kano dkk, 1984). Model ini bertujuan untuk mengkategorikan atribut-atribut dari produk maupun layanan berdasarkan seberapa baik produk atau layanan tersebut mampu memuaskan kebutuhan pelanggan. Atribut-atribut layanan dapat dibedakan menjadi enam kategori yaitu: (1) *Attractive* (*excitement needs*), (2) *One dimensional* (*performance needs*), (3) *Must be* (*basic needs*), (4) *Indifferent*, (5) *Reverse*, dan (6) *Questionable* (Witell dan Lofgren, 2007).

*Attractive* (*excitement needs*) merupakan kategori yang tingkat kepuasan pelanggan akan meningkat sangat tinggi dengan meningkatnya kinerja atribut. Penurunan kinerja atribut tidak akan menyebabkan penurunan tingkat kepuasan. *One dimensional* (*performance needs*) adalah kategori yang apabila terpenuhi maka dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan akan menyebabkan ketidakpuasan bila tidak terpenuhi. Tingkat kepuasan pelanggan berhubungan linier dengan kinerja atribut, sehingga menurunnya kinerja atribut akan menurunkan pula tingkat kepuasan pelanggan.

Kategori *Must be* (*basic needs*) merupakan kategori dimana pelanggan menjadi tidak puas apabila kinerja dari atribut yang bersangkutan rendah tetapi kepuasan pelanggan tidak akan meningkat jauh diatas netral meskipun kinerja dari atribut tersebut tinggi. Kategori ini merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi oleh penyedia jasa kepada pelanggannya. Kategori *Indifferent* terjadi jika ada maupun tidaknya layanan tidak akan memberikan pengaruh kepada kepuasan konsumen. Kategori *Reverse* merupakan kategori kebalikan dari kategori *One dimensional*, di mana derajat kepuasan pelanggan lebih tinggi jika layanan diberikan tidak semestinya, dibandingkan layanan yang berjalan lebih baik. Terakhir adalah kategori *Questionable* merupakan kondisi yang kadangkala pelanggan puas atau tidak puas jika layanan itu diberikan atau tidak diberikan.

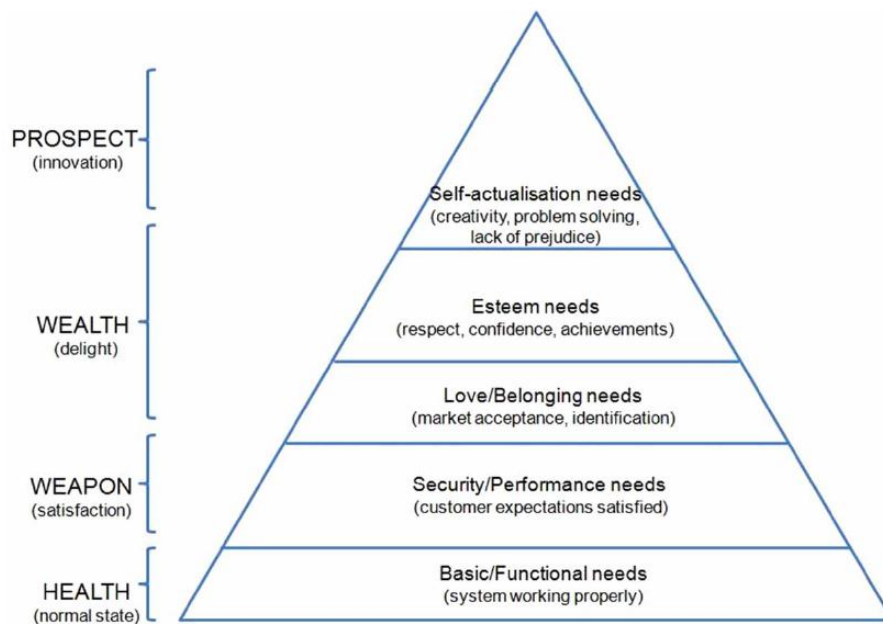


Gambar 1. Model Kano (Kano dkk, 1984)

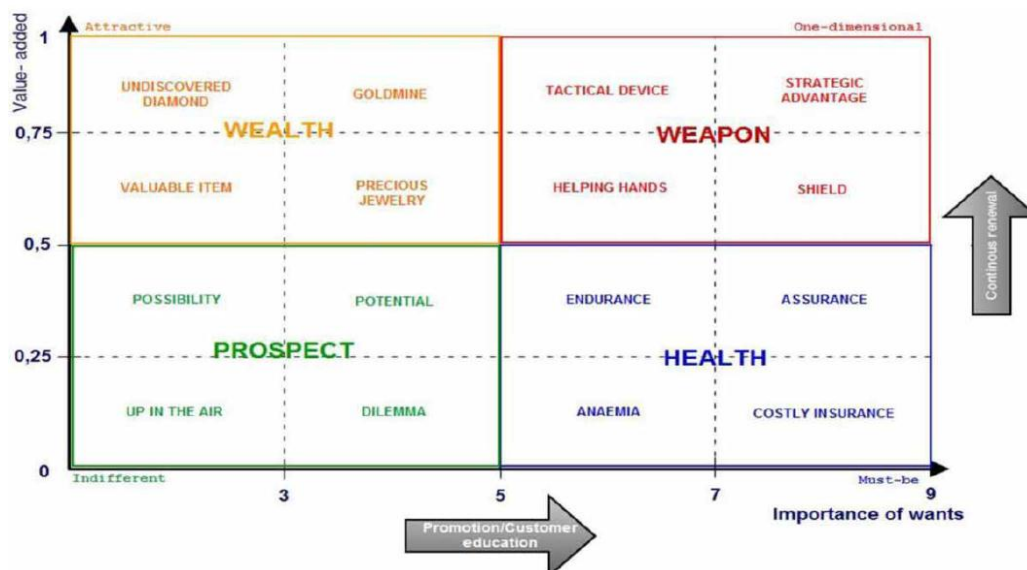
### b. Model Kano, Teori Maslow, dan model HWWP

Dalam model HWWP, kategori model Kano dapat dikaitkan dengan teori kebutuhan Maslow (Maslow, 1943). Atribut *must-be* pada model Kano berkaitan dengan kebutuhan 'kesehatan' psikologis oleh Lester dkk (1983). Menurut Salado dan Nilchiani (2013), kebutuhan keamanan dalam Maslow mengacu pada jenis kebutuhan yang terkait dengan kinerja, di mana berkaitan dengan kategori *one dimensional* Kano. Atribut jenis ini dapat memberikan kepuasan pelanggan. Kebutuhan penghargaan berkaitan dengan kategori *indifferent*, sedangkan aktualisasi diri berkaitan dengan atribut *attractive*

pada model Kano (Nilsson-Witell & Fundin, 2005). Sebuah perusahaan dapat mencapai puncak piramida Maslow dengan terus berpikir kreatif dan beradaptasi dengan kondisi pasar (Lihat Gambar 2). Pembagian kuadran dalam model HWWP dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Kaitan teori Maslow dan kategori Kano dalam Model HWWP



Gambar 3. Empat kuadran/domain dalam Model HWWP (Potra dkk, 2017)

Adapun pembagian domain/kuadran dalam model HWWP adalah sebagai berikut (Potra dkk, 2017):

A. *Health domain (high importance, low value-added and must-be characteristic)*

- *costly insurance (7–9 very high importance and 0–0.25 very low value-added)*  
Sebuah karakteristik produk atau jasa dalam kategori ini harus dipertahankan atau diasuransikan di semua biaya, semata-mata karena jika tidak terpenuhi dapat menyebabkan masalah yang bisa mengganggu potensi keberhasilan layanan baru.
- *anaemia (5–7 high importance and 0–0.25 very low value-added)*

Atribut ini tidak menimbulkan ketidakpuasan untuk pelanggan namun juga tidak memberikan nilai tambah yang cukup, sehingga berinvestasi pada atribut ini hanya akan membuang sumber daya.

- *assurance (7–9 very high importance and 0.25–0.5 low value-added)*  
Karakteristik *must-be* pada kategori ini, dengan beberapa nilai tambah dan tingkat kepentingan yang tinggi, kehadiran atribut ini sangat penting dalam perancangan bisnis baru
- *endurance (5–7 high importance and 0.25–0.5 low value-added)*  
Tidak mempengaruhi kelangsungan hidup layanan atau produk di masa depan karena kualitas yang ditawarkan tidak fatal, tetapi mereka mungkin penting jika variabel nilai tambahnya menjanjikan dan memerlukan biaya yang wajar.

B. *Weapon domain (high importance and high value-added)*

- *shield (7–9 very high importance and 0.5–0.75 high value-added)*  
Atribut ini sangat penting untuk menjamin posisi produk atau layanan terhadap pesaing. Mereka adalah atribut penjaga, dimana mereka tidak dapat memenangkan posisi pasar sendiri tetapi dapat mempertahankan posisi produk atau layanan di pasar.
- *helping hands (5–7 high importance and 0.5–0.75 high value-added)*  
Atribut-atribut tertentu ini mewakili keinginan pelanggan. Walaupun tingkat kepentingannya tidak terlalu tinggi, namun pemenuhan akan atribut ini akan sangat disambut baik oleh pelanggan karena menghasilkan kepuasan untuk pelanggan.
- *strategic advantage (7–9 importance and 0.75–1 very high value-added)*  
Setidaknya tanpa satu atribut ini tidak terpenuhi, maka layanan atau produk baru akan gagal. Karena atribut ini memiliki tingkat kepentingan yang sangat tinggi dan juga nilai tambah untuk kepuasan pelanggan.
- *tactical device (5–7 high importance and 0.75–1 very high value-added)*  
Tanpa memiliki tingkat kepentingan yang tinggi, namun atribut ini memberikan nilai tambah untuk memuaskan pelanggan.

C. *Wealth domain (low importance and high value-added)*

- *precious jewellery (3–5 low importance and 0.5–0.75 high value-added)*  
Kategori ini menggambarkan atribut menarik yang menambah nilai pengalaman pelanggan dan oleh karena itu menginduksi keadaan yang emosional, melibatkan pengguna dengan produk baru atau layanan. Sama hal nya dengan ‘perhiasan berharga’ memicu respon emosional terhadap orang yang ditawari.
- *valuable item (0–3 very low importance and 0.5–0.75 high value-added)*  
Kategori ini merupakan karakteristik menarik yang terbatas pada konsepsi tentang produk atau layanan, tapi dengan berjalannya waktu mereka dapat dikembangkan dan berpotensi sukses di masa yang akan datang. Atribut ini merupakan dasar dari pembaharuan rancangan produk atau jasa.
- *goldmine (3–5 low importance and 0.75–1 very high value-added)*  
Kategori ini merupakan kategori mempesona pelanggan. Dengan promosi dan pengetahuan pelanggan yang cukup, atribut pada kategori ini dapat menjadi tambang emas.
- *undiscovered diamond (0–3 very low importance and 0.75–1 very high value-added)*  
Jika sumber daya memungkinkan, atribut penting dengan nilai yang tinggi akan berubah menjadi inovasi radikal yang dalam waktu bersamaan dapat mengembangkan strategi keuntungan sebagai senjata di pangsa pasar. Produk baru tidak hanya perlu didefinisikan dengan baik tetapi juga atribut-atribut baru yang harus terus diperbaharui sehingga menjadi keunggulan kompetitif.

D. *Prospect domain (low importance and low value-added)*

- *dilemma (3–5 low importance and 0–0.25 very low value-added)*  
Karakteristik ini memiliki nilai yang cukup penting bagi pelanggan namun tidak memberikan nilai tambah yang cukup. Pada tahap perancangan produk baru atau jasa, akan ada dilema untuk mengikutsertakan atau tidak atribut ini dalam perancangan.
- *up in the air (0–3 very low importance and 0–0.25 very low value-added)*

Atribut dalam karakteristik ini dapat dengan mudah dihilangkan karena menimbulkan ketidakpuasan bagi konsumen.

- *potential (3–5 low importance and 0.25–0.5 low value-added)*  
Atribut dalam karakteristik potensial merupakan item yang paling menarik dari domain ini karena mereka dengan mudah dapat ditransformasikan menjadi senjata atau kekayaan. Jika tidak mahal untuk diimplementasikan, disarankan untuk mengikutsertakan atribut ini dalam pengembangan produk atau jasa.
- *possibility (0–3 very low importance and 0.25–0.5 low value-added)*  
Nilai tambah dan kepentingan atribut-atribut ini sangat rendah untuk pelanggan, namun tidak menutup kemungkinan akan menjadi sesuatu yang penting dalam pembangunan masa depan.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### a. Desain Penelitian

Objek penelitian adalah para penumpang Taksi Express. Data diperoleh melalui penyebaran kuesioner pada 200 penumpang dengan teknik *purposive sampling*. Kuesioner penelitian yang dibagikan terdiri dari 3 bagian, yaitu demografi responden, pertanyaan fungsional dan disfungsional Kano, dan tingkat kepentingan dari masing-masing atribut layanan. Bagian kedua dan ketiga berisi 37 pernyataan yang diturunkan dari lima dimensi kualitas layanan (*SERVQUAL*) dari Parasuraman dkk (1985, 1988) yang menggambarkan harapan/ekspektasi penumpang (Tabel 1).

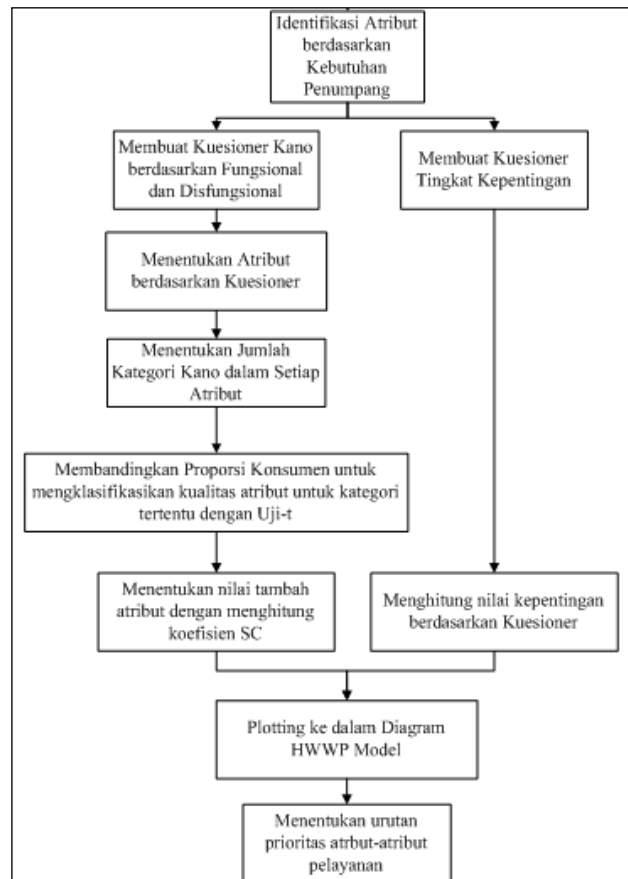
Tabel 1. Atribut kualitas layanan Taksi

No	Pernyataan	No	Pernyataan
1	Waktu menunggu penjemputan datang cepat	20	Kebersihan di dalam mobil
2	Waktu perjalanan cepat	21	Driver terlihat bersih dan rapi
3	Driver bersikap tanggap	22	Mobil yang digunakan tidak mogok
4	Driver bersikap cepat	23	Interior mobil untuk menghibur selama perjalanan (TV, Radio)
5	Driver bersikap sopan	24	Mobil yang digunakan terlihat bersih dan modern
6	Driver bersikap ramah	25	Mobil yang digunakan ramah lingkungan
7	Driver menggunakan GPS dalam perjalanan	26	Ketanggapan untuk memasukkan barang bawaan ke bagasi
8	Driver peduli kepada konsumen	27	Estimasi waktu kedatangan taksi tepat
9	Driver memahami konsumen secara spesifik	28	Dapat diandalkan dalam menangani masalah layanan
10	Penanganan akurat atas barang hilang	29	Pelayanan yang diberikan sesuai yang dijanjikan
11	Driver mampu memberikan informasi yang dibutuhkan pelanggan	30	Driver mampu mencairkan suasana
12	Driver selalu bersedia membantu	31	Driver memahami keinginan pelanggan
13	Driver mampu memberikan beberapa alternatif rute	32	Driver memperlakukan pelanggan penuh perhatian
14	Driver berkompetensi menjawab pertanyaan pelanggan	33	Driver sungguh-sungguh mengutamakan kepentingan pelanggan
15	Driver sigap dalam mengubah rute perjalanan jika dirasa ada rute yang lebih baik	34	Driver tidak mengangkat atau bermain handphone saat sedang menyetir
16	Merasa aman ketika menggunakan layanan Taksi Express	35	Driver menumbuhkan rasa percaya untuk pelanggan
17	Perlengkapan yang berfungsi dengan baik untuk menunjang keselamatan apabila terjadi kecelakaan	36	Waktu beroperasi yang nyaman bagi pelanggan
18	Pihak perusahaan memberikan jaminan keamanan apabila terjadi tindak kriminal	37	Pemesanannya praktis
19	AC mobil yang digunakan menyejukan		

#### b. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep penelitian ini menjelaskan mengenai langkah-langkah sistematis alur penelitian yang merupakan integrasi teori Maslow, model Kano, dan IPA (Gambar 4).





Gambar 4. Alur Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### a. Profil Responden

Dari hasil dari penyebaran kuesioner penelitian, diperoleh data demografi penumpang taksi Express berdasarkan jenis kelamin, usia, pekerjaan, frekuensi penggunaan, dan pendapatan per bulan (Tabel 2).

Tabel 2. Profil responden penumpang Taksi Express (N=200)

Kriteria		Jumlah
<b>Jenis Kelamin</b>		
	Laki-laki	63
	Perempuan	137
<b>Usia</b>		
	≤ 20 Tahun	53
	21 – 30 Tahun	145
	> 30 Tahun	2
<b>Pekerjaan</b>		
	Pelajar	119
	Karyawan	49
	Wiraswasta	13
	Ibu RT	1
	Lainnya	18
<b>Frekuensi Penggunaan</b>		
	1 - 2 kali	169
	3 - 5 kali	22
	> 5 kali	9
<b>Pendapatan /bulan</b>		
	≤ Rp 3.000.000	122
	Rp 3.000.000 – Rp 5.000.000	40
	Rp 5.000.001 – Rp 7.000.000	20
	Rp 7.000.001 – Rp 9.000.000	10
	> Rp 9.000.000	8

**b. Penentuan Kategori Kano Tiap Atribut**

Penentuan kategori Kano dilakukan berdasarkan hasil kuesioner fungsional dan disfungsional untuk masing-masing item pertanyaan Pengkategorian Kano untuk setiap item pertanyaan dan setiap responden dilakukan dengan menghitung masing-masing jumlah golongan Kano seperti M, O, A, R, I, Q untuk setiap item pertanyaan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Jika  $(one\ dimensional + attractive + must\ be) > (indifferent + reverse + questionable)$  maka *grade* diperoleh dari yang paling maksimum dari  $(one\ dimensional, attractive, must-be)$ .
- Jika  $(one\ dimensional + attractive + must-be) < (indifferent + reverse + questionable)$  maka *grade* diperoleh dari yang paling maksimum dari  $(indifferent, reverse, questionable)$ .

Rekap lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

**c. Penentuan Nilai Tambah (*value-added*) dan Nilai Tingkat Kepentingan (*stated importance*) tiap atribut.**

*Satisfaction Coefficient* (SC) adalah nilai koefisien untuk menentukan tingkat kepuasan dari suatu atribut. SC juga dikatakan sebagai nilai tambah (*value-added*) untuk suatu atribut. Nilai SC inilah yang kemudian akan diplot ke dalam diagram HWWP. Nilai SC berkisar antara 0-1, dimana semakin mendekati 1, maka semakin tinggi pengaruhnya terhadap kepuasan pelanggan, dan sebaliknya semakin mendekati 0, maka semakin kecil. Nilai SC dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$SC = \frac{A+O}{A+O+M+I} \dots\dots\dots 1.1$$

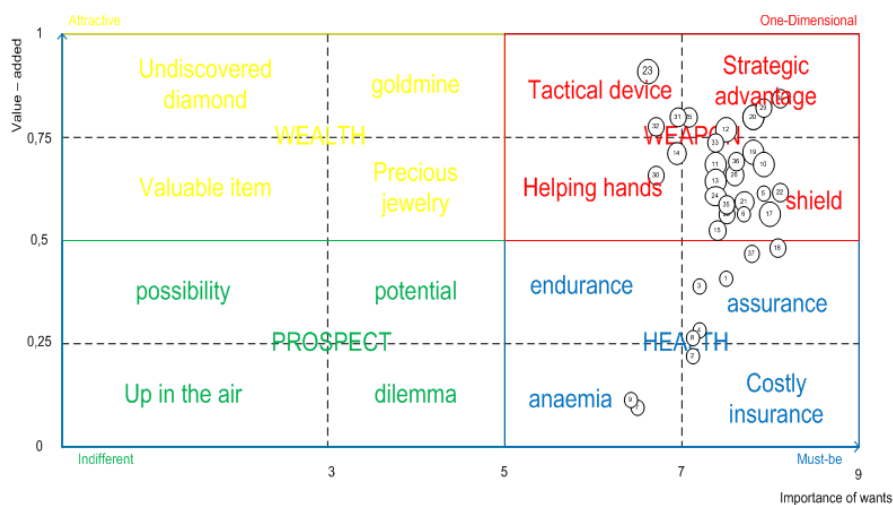
Nilai *stated importance* (SI) diperoleh dari hasil kuesioner tingkat kepentingan. Nilai SI diperoleh berdasarkan rata-rata dari nilai tingkat kepentingan setiap atribut dari 200 responden yang ada. Rekap lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Evaluasi Model Kano, Perhitungan SC dan SI**

Item Pernyataan	Evaluasi						Hasil		Kategori Kano	SC	SI
	A	M	O	I	R	Q	A+M+O	I+R+Q			
1	19	48	59	68	1	3	126	72	O	0,40	7,4
2	19	44	25	107	1	2	88	110	I	0,23	7,1
3	22	45	53	75	2	1	120	78	O	0,38	7,2
4	15	40	39	99	4	1	94	104	I	0,28	7,2
5	11	32	110	41	2	2	153	45	O	0,62	7,9
6	17	32	95	51	2	1	144	54	O	0,57	7,7
7	12	26	12	139	8	2	50	149	I	0,13	6,5
8	17	49	41	90	2	1	107	93	M	0,29	7,1
9	10	34	17	128	7	2	61	137	I	0,14	6,6
10	7	43	90	46	8	4	140	58	O	0,52	7,9
11	24	37	36	98	2	1	97	101	I	0,31	7,3
12	12	63	48	71	3	1	123	75	M	0,31	7,4
13	21	38	40	94	3	2	99	99	I	0,32	7,3
14	12	42	20	121	2	1	74	124	I	0,16	6,9
15	26	29	40	99	2	2	95	103	I	0,34	7,3
16	16	40	81	57	3	1	137	61	O	0,50	7,8
17	12	39	85	56	3	3	136	62	O	0,51	7,9
18	12	35	99	45	3	4	146	52	O	0,58	8,1
19	11	35	65	84	2	1	111	87	O	0,39	7,7
20	9	38	91	56	3	1	138	60	O	0,52	7,8
21	6	46	73	70	3	1	125	74	O	0,41	7,7
22	8	35	113	38	2	2	156	42	O	0,62	8,1
23	7	21	18	142	10	1	46	153	I	0,13	6,6
24	12	49	35	99	3	2	96	104	I	0,24	7,3
25	12	34	37	110	4	1	83	115	I	0,25	7,1
26	15	26	57	93	5	2	98	100	I	0,38	7,5
27	23	41	56	74	3	2	120	79	O	0,41	7,6
28	16	60	46	71	3	2	122	76	M	0,32	7,6
29	15	44	73	61	4	1	132	66	O	0,46	7,9
30	6	33	17	137	4	2	56	143	I	0,12	6,7
31	12	41	25	115	4	1	78	120	I	0,19	7,0
32	6	32	29	124	6	2	67	132	I	0,18	6,7
33	11	52	49	78	6	2	112	86	M	0,32	7,4
34	10	37	106	39	5	1	153	45	O	0,60	8,1
35	13	47	60	73	3	2	120	78	O	0,38	7,6
36	14	45	54	82	2	1	113	85	O	0,35	7,5
37	20	35	62	76	2	3	117	81	O	0,42	7,8

#### 4.3 Pembuatan Diagram HWWP dan Penentuan Urutan Prioritas Perbaikan

Langkah selanjutnya adalah plotting nilai dari SC (*value-added*) terhadap *Importance of Wants* (*Stated Importance*) ke dalam diagram HWWP. Diagram HWWP dibagi menjadi 4 kuadran utama yaitu *Health*, *Weapon*, *Wealth*, dan *Prospect*, serta dibagi menjadi 16 sub kuadran. Hasil plotting dapat dilihat pada Gambar 5. Sedangkan urutan prioritas perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.



**Gambar 5. Diagram HWWP atribut kualitas layanan Taksi Express**

**Tabel 4. Urutan prioritas perbaikan atribut kualitas layanan Taksi Express**

	Atribut	Domain	Prioritas
23	Terdapat interior mobil untuk menghibur selama perjalanan (TV, Radio)	Tactical Device	2
31	Driver memahami keinginan pelanggan		
32	Driver memperlakukan pelanggan penuh perhatian		
12	Driver selalu bersedia membantu	Strategic Advantage	1
16	Merasa aman ketika menggunakan layanan Taksi Express		
20	Keadaan di dalam mobil bersih		
25	Mobil yang digunakan ramah lingkungan		
29	Pelayanan yang diberikan sesuai yang dijanjikan		
34	Driver mengutamakan keselamatan	Helping Hands	4
14	Driver berkompensi menjawab pertanyaan pelanggan		
30	Driver mampu mencairkan suasana	Shield	3
5	Driver bersikap sopan		
6	Driver bersikap ramah		
10	Penanganan akurat atas barang hilang		
11	Driver mampu memberikan informasi yang dibutuhkan pelanggan		
13	Driver mampu memberikan beberapa alternatif rute		
15	Driver sigap dalam mengubah rute perjalanan jika dirasa ada rute yang lebih baik		
17	Perlengkapan untuk memnjang saat kecelakaan		
19	AC mobil yang digunakan menyejukan		
21	Driver terlihat bersih dan rapi		
22	Mobil yang digunakan berfungsi dengan baik (tidak mogok)		
24	Mobil yang digunakan terlihat bersih dan modern		
26	Tanggap untuk memasukkan barang bawaan ke bagasi		
27	Estimasi waktu kedatangan taksi tepat		
28	Dapat diandalkan dalam menangani masalah layanan		
33	Driver sungguh-sungguh mengutamakan kepentingan pelanggan		
35	Driver menumbuhkan rasa percaya untuk pelanggan		
36	Waktu beroperasi yang nyaman bagi pelanggan		
1	Waktu menunggu penjemputan datang cepat	assurance	5
3	Driver bersikap tanggap		
4	Driver bersikap cepat		
8	Driver peduli kepada konsumen		
18	Penjaminan Tindak Kriminial oleh perusahaan		
37	Pemesanannya praktis	anaemia	7
7	Driver menggunakan GPS dalam perjalanan		
9	Driver memahami konsumen secara spesifik	Costly Insurance	6
2	Waktu perjalanan cepat		

#### **Prioritas Utama Perbaikan (*Strategic Advantage*)**

Untuk atribut 12 “*Driver* selalu bersedia membantu” dengan kategori M. Atribut ini merupakan atribut yang harus terpenuhi, dimana jika *driver* tidak selalu bersedia membantu, penumpang Taksi Ekspres bisa saja kapok untuk menggunakan layanan ini. Untuk atribut 16 “Merasa aman ketika menggunakan layanan Taksi Ekspres” dengan kategori O. Penumpang perlu memiliki *mindset* bahwa menggunakan layanan transportasi Taksi Ekspres aman, karena dengan merasa aman akan menambah tingkat kepuasan mereka dalam menggunakan suatu layanan. Untuk atribut 20 “Keadaan di dalam mobil bersih” dengan kategori O. Pada saat penumpang memasuki mobil dengan keadaan bersih, secara tidak langsung penumpang akan merasakan kepuasan dalam menggunakan layanan Taksi Ekspres. Untuk atribut 29 “Pelayanan yang diberikan sesuai yang dijanjikan” dengan kategori O. Jika pelayanan yang diberikan tidak sesuai dengan yang dijanjikan maka akan sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan. Untuk atribut 25 “Mobil yang digunakan ramah lingkungan” dengan kategori I. Mobil yang digunakan ramah lingkungan atau tidak, tidak akan mempengaruhi kepuasan dari penumpang Taksi Ekspres. Mobil yang digunakan perusahaan Taksi Ekspres saat ini sudah cukup ramah lingkungan namun berdasarkan wawancara terhadap salah satu sopir Taksi Ekspres, dikatakan bahwa perusahaan tidak melakukan perawatan terhadap mobil atau armada secara rutin.

Untuk atribut 34 “*driver* mengutamakan keselamatan” dengan kategori O. Penting bagi *driver* untuk mengutamakan keselamatan penumpang Taksi Ekspres.

### **Prioritas Perbaikan Kedua (*Tactical Device*)**

Untuk atribut 23 “Terdapat *interior* mobil untuk menghibur selama perjalanan (TV, Radio)” dengan kategori I. Saat ini hampir seluruh mobil yang digunakan Taksi Ekspres telah dilengkapi dengan radio, mungkin usulan yang dapat dipertimbangkan dengan menambahkan *fitur* TV. Berikut merupakan gambar contoh fitur TV yang dapat ditambahkan pada interior mobil.

Untuk atribut 31 “*Driver* memahami keinginan pelanggan” dan 32 “*Driver* memperlakukan pelanggan penuh perhatian” dengan kategori I. Memahami keinginan penumpang dan memperlakukan penumpang penuh perhatian perlu dilakukan oleh *driver* walaupun tidak akan meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap layanan *transport* Taksi Ekspres.

### **Prioritas Perbaikan Ketiga (*Shield*)**

Untuk atribut 5 “*Driver* bersikap sopan” dan 6 “*Driver* bersikap ramah” dengan kategori O. Dalam layanan *transport*, *driver* bersikap sopan dan ramah adalah hal yang sangat mendasar, sehingga jika tidak terpenuhi maka akan mempengaruhi kepuasan penumpang Taksi Ekspres. Untuk atribut 10 “penanganan akurat atas barang hilang” dengan kategori O. Penanganan yang baik jika penumpang kehilangan barang, maka akan memberikan kepuasan terhadap layanan Taksi Ekspres, mereka merasa bahwa layanan ini terpercaya sehingga menimbulkan kepuasan pada saat penggunaan jasa layanan Taksi Ekspres. Untuk atribut 11 “*Driver* mampu memberikan informasi yang dibutuhkan pelanggan”, 13 “*Driver* mampu memberikan beberapa alternatif rute” dan 15 “*Driver* sigap dalam mengubah rute perjalanan jika dirasa ada rute yang lebih baik” dengan kategori I. Atribut ini merupakan atribut pendukung di dalam layanan transportasi Taksi Ekspres yang tidak akan mempengaruhi kepuasan pelanggan. Saat ini Taksi Ekspres Indonesia telah memiliki *Induction Programme* untuk memenuhi kebutuhan ini.

Untuk atribut 17 “Perlengkapan yang berfungsi dengan baik untuk menunjang keselamatan apabila terjadi kecelakaan” dengan kategori O. Atribut ini merupakan atribut penting yang pemenuhannya akan sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan. Saat ini, mobil Taksi Ekspres yang digunakan adalah mobil *standard* yang sudah dilengkapi dengan *seatbelt* namun tidak memiliki *airbag*. Usulan yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan layanan ini mungkin dengan *upgrade* mobil yang digunakan dalam layanan Taksi Ekspres. Untuk atribut 19 “AC mobil yang digunakan menyejukan” dan 22 “Mobil yang digunakan berfungsi dengan baik (tidak mogok)” dengan kategori O. Atribut ini memang bukan atribut utama dalam layanan Taksi Ekspres, tetapi dengan AC yang sejuk dan mobil yang tidak mogok maka akan meningkatkan kepuasan penumpang. Untuk atribut 21 “*Driver* terlihat bersih dan rapi” dengan kategori O. Atribut ini merupakan atribut penting yang pemenuhannya akan sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan. Saat ini Taksi Ekspres Indonesia memiliki *training* mentalitas pelayanan prima untuk memenuhi atribut ini. Untuk atribut 24 “Mobil yang digunakan terlihat bersih dan modern” dan 26 “Tanggap untuk memasukkan barang bawaan ke bagasi” dengan kategori I. Atribut ini merupakan atribut pendukung dalam layanan transportasi Taksi Ekspres dan tidak memberikan dampak pada kepuasan pelanggan.

Atribut 27 “Estimasi waktu kedatangan taksi tepat” dengan kategori O. Atribut ini merupakan atribut pendukung tetapi pemenuhannya akan sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan. Saat ini sistem pemesanan Taksi Ekspres hanya menggunakan *call-center* sehingga menyebabkan estimasi waktu yang diberikan sering meleset. Untuk atribut 28 “Dapat diandalkan dalam menangani masalah layanan” dengan kategori M. Jika perusahaan tidak dapat menangani permasalahan yang ada pada layanan maka akan membuat penumpang sama sekali tidak puas dalam menggunakan layanan Taksi Ekspres. Taksi Ekspres saat ini sudah dapat menangani permasalahan yang terjadi pada layanannya dengan adanya *call-center* 24 jam.

Untuk atribut 33 “*Driver* sungguh-sungguh mengutamakan kepentingan pelanggan” dengan kategori M. Jika atribut ini tidak terpenuhi maka akan membuat penumpang Taksi Ekspres sangat tidak puas dan 35 “*Driver* menumbuhkan rasa percaya untuk pelanggan” dengan kategori O yang juga pemenuhannya akan sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan. Untuk atribut 36 “Waktu beroperasi yang nyaman bagi pelanggan” dengan kategori O. Atribut pendukung ini akan sangat mempengaruhi

kepuasan pelanggan jika terpenuhi. Taksi Ekspres Indonesia saat ini beroperasi 24 jam, yang akan mudah didapatkan jika tiba-tiba dibutuhkan saat tengah malam atau kapan saja.

#### **Prioritas Perbaikan Keempat (*Helping hands*)**

Untuk atribut 14 “*Driver* berkompentensi menjawab pertanyaan pelanggan” dan 30 “*Driver* mampu mencairkan suasana” dengan kategori I. Pemenuhan atribut ini memang tidak terlalu penting dan mempengaruhi kepuasan pelanggan, namun jika terpenuhi maka akan disambut baik oleh penumpang Taksi Ekspres.

#### **Prioritas Perbaikan Kelima (*Assurance*)**

Untuk atribut 1 “Waktu menunggu penjemputan datang cepat” dengan kategori O. Atribut ini harus terpenuhi karena akan memberikan tingkat kepuasan yang tinggi kepada pengguna Taksi Ekspres, para calon penumpang tidak perlu menunggu lama sehingga dapat menjadi nilai tambah dari layanan ini. Untuk atribut 3 “*Driver* bersikap tanggap” dengan kategori O dan 4 “*Driver* bersikap cepat” dengan kategori I. Keduanya sama – sama harus terpenuhi hanya saja atribut 3 akan menimbulkan kepuasan sedangkan atribut 4 tidak menimbulkan kepuasan. Saat ini Taksi Ekspres Indonesia memiliki *training* mentalitas pelayanan prima untuk memenuhi atribut ini.

Untuk atribut 8 “*Driver* peduli kepada konsumen” dengan kategori M. Atribut ini harus terpenuhi, karena jika tidak akan langsung membuat penumpang Taksi Ekspres sangat tidak puas. Untuk atribut 18 “Pihak perusahaan memberikan jaminan keamanan apabila terjadi tindak kriminal” dengan kategori O. Pemenuhan atribut ini akan sangat mempengaruhi kepuasan pengguna layanan Taksi Ekspres. Untuk atribut 37 “Pemesanannya praktis” dengan kategori O. Semakin praktis pemesanan Taksi Ekspres, maka akan semakin puas pengguna layanan Taksi Ekspres.

#### **Prioritas Perbaikan Keenam (*Costly Insurance*)**

Untuk atribut 2 “Waktu perjalanan cepat” dengan kategori I. Atribut ini dirasa tidak harus terpenuhi bagi kebanyakan responden karena mungkin mereka lebih mengutamakan keselamatan namun jika waktu perjalanan mereka terlalu lama, pengguna Taksi Ekspres akan merasa dirugikan karena argo taksi yang terus berjalan.

#### **Prioritas Perbaikan Ketujuh (*Anaemia*)**

Untuk atribut 7 “*Driver* menggunakan GPS dalam perjalanan” dan 9 “*Driver* memahami konsumen secara spesifik” dengan kategori I. Pemenuhan atribut ini tidak memberikan dampak secara langsung terhadap kepuasan pengguna layanan Taksi Ekspres.

Ringkasan usulan perbaikan kualitas layanan Taksi Ekspres dapat dilihat dalam Tabel 5 berikut:

**Tabel 5. Usulan perbaikan atribut layanan**

	<b>Saat Ini</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
<i>Customer</i>	Tidak ada	Mengadakan program <i>customer service basic training</i>
	<i>Induction Program</i>	Menambahkan poin perihal penanganan barang hilang dalam <i>Induction Program</i> .
Maintenance	<i>Breakdown Maintenance</i>	<i>Preventive Maintenance</i>
Keamanan	<i>Training Eco Driving</i>	Menerapkan <i>safety education program</i>
	Tidak ada asuransi	Memberikan asuransi perjalanan
Sistem pemesanan	<i>Call-center</i>	Mengembangkan sistem pemesanan secara <i>online</i> yang berisi informasi <i>driver</i> , jarak, harga dsb.
Fitur	GPS yang tidak merata di semua armada	Menambahkan fitur TV dan GPS di seluruh armada.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengolahan dan analisis data dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Terdapat 37 atribut kualitas layanan Taksi Express dalam penelitian ini yang dikembangkan dari 5 dimensi SERVQUAL.
2. Prioritas perbaikan utama untuk atribut kualitas layanan Taksi Express berada di dalam domain *strategic advantage* yaitu atribut no. 12, 16, 20, 25, 29, dan 34, yaitu kerelaan membantu, keamanan, kebersihan, ramah lingkungan, kesesuaian layanan, dan keselamatan.

## PUSTAKA

- Anderson, E.W., Fornell, C. (1994). "A customer satisfaction: Research prospects," in R. T. Rust & R. L. Oliver (Eds.), *Service quality: New directions in theory and practice* (pp. 241–269). London: Sage.
- Barabino, B., Deiana, E., Tilocca, P. (2012). "Measuring service quality in urban bus transport: a modified SERVQUAL approach," *International Journal of Quality and Service Sciences*. vol. 4, no. 3, pp. 238-252.
- Heiens. (2000). "Market orientation: Toward an integrated framework," *Academy of Marketing Science Review*. vol. 4, no. 1, pp. 1-5.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., Tsuji, S. (1984). "Attractive quality and must-be quality," *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*. vol. 14, no. 2, pp. 39–48.
- Lester, D., Hvezda J., Sullivan S., Plourde R. (1983). "Maslow's hierarchy of needs and psychological health," *The Journal of General Psychology*. vol. 109, pp. 83–85.
- Lukman, E. (2013). *Laporan : Inilah yang Dilakukan 74,6 Juta Pengguna Internet Indonesia ketika Online*. [Online].tersedia di: <https://id.techinasia.com/> [diakses 3 Agustus 2016].
- Martilla, J.A., James, J.C. (1977). "Importance-Performance Analysis," *Journal of Marketing*. vol. 41, no. 1, pp. 77-79.
- Maslow, A.H. (1943). "A theory of human motivation," *Psychological Review*. vol. 50, no. 4, pp. 370–396.
- Millward, S. (2014). *Statistik Pengguna Internet di Dunia dan Indonesia*. [Online]. tersedia di: <https://id.techinasia.com/> [diakses 3 Agustus 2016].
- Nilsson-Witell, L., Fundin, A. (2005). "Dynamics of service attributes: A test of Kano's theory of quality," *International Journal of Service Industry Management*. vol. 16, no. 2, pp. 152–168.
- Oliver, R.L., Rust, R.T., Varki, S. (1997). "Customer delight: Foundations, findings and managerial insight," *Journal of Retailing*. vol. 73, pp. 311-336.
- Pakdil, F., Kurtulmuşoğlu, F.B. (2014). "Improving service quality in highway passenger transportation: A case study using quality function deployment," *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. vol. 14, no. 4, pp. 375-393.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L., (1985). "A conceptual model of service quality and its implications for future research," *Journal of Marketing*. vol. 49, pp. 41-50.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L. (1988). "SERVQUAL: a multiple item scale for measuring customer perceptions of service quality," *Journal of Retailing*. vol. 64, pp. 2-40.
- Potra, S., Izvercian, M., Pugna, A., Dahlgaard, J. (2017). "The HWWP, a refined IVA-Kano model for designing new delightful products or services," *Total Quality Management & Business Excellence*. vol. 28, no. 1-2, pp. 104-117.
- Rahayudi B., Sukoharsono E.G. (2008). "Pengaruh kompetensi teknologi informasi terhadap keberhasilan penerapan sistem informasi," *Jurnal Ilmiah Kursor*, vol. 4, pp.8-14.
- Salado, A., Nilchiani, R. (2013). "Using Maslow's hierarchy of needs to define elegance in system architecture," *Procedia Computer Science*. vol. 16, pp. 927–936.
- Sukwadi, R. (2015). "Utilizing Customer Experience Management framework to create a delightful service experience," *International Journal of Industrial Engineering and Management*. vol. 6, no. 1, pp. 29-42
- Sukwadi, R. (2017). "The moderating role of service innovation on the relationship between customer satisfaction and customer value: a case of 3-star hotels in Jakarta," *International Journal of Services, Economics and Management*, vol. 8, no. 1-2, pp.18-34.
- Sukwadi, R., Chandra, P. (2015). "Ekspektasi penumpang terhadap kualitas layanan Bandara Internasional Soekarno-Hatta," *Jurnal Teknik & Ilmu Komputer*. vol. 4, no.13, pp. 60-68.
- Sukwadi, R., Dian, A. (2016). "Analisis kualitas layanan restoran dengan menggunakan model Kano-PRCA dan AIM," *Spektrum Industri*. vol. 14, no. 1, pp. 89-98.

- Sukwadi, R., Inderawati, M.M.W., Lie, V. (2015). "Pengembangan strategi perbaikan kualitas layanan Taman Hiburan Dunia Fantasi Ancol," *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*. vol. 8, no. 1, pp. 55-69.
- Sukwadi, R., Inderawati, M.M.W., Sunarsa, K.A. (2017). "Perbaikan atribut kualitas layanan Maxx Coffee shop," *Jurnal Teknik & Ilmu Komputer*. vol. 6, no. 21, pp. 51-62.
- Sukwadi, R., Jufina. (2015). "Penentuan prioritas perbaikan kualitas layanan TransJakarta dengan menggunakan metode IPA-PGCV," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. vol. 4, no. 2, pp. 64-69.
- Sukwadi, R., Marco, N. (2014). "Analisis kualitas layanan maskapai penerbangan bertarif rendah berdasarkan perbedaan karakteristik penumpang," *Jurnal Teknik & Ilmu Komputer*. vol. 3, no. 12, pp. 368-376.
- Sukwadi, R., Suef, M., Widawati, E. (2016). "Translating company internal data into customer needs: Text mining analysis approach," *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. vol. 11, no. 9, pp. 5773-5778.
- Sukwadi, R., Willim, W. (2016). *Perbaikan dan pengembangan kualitas layanan transportasi Go-Jek*. Proceeding of Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) V. Universitas Trisakti Jakarta. 18 Mei 2016.
- Sukwadi, R., Yang, C.C. (2012). "Determining critical service attributes and appropriate improvement actions in Indonesian HEIs," *Industrial Engineering & Management Systems*. vol. 11, no. 3, pp. 241-254.
- Sukwadi, R., Yang, C.C. (2014). "Determining service improvement priority in a zoological park," *Journal of Industrial Engineering and Management*. vol. 7, no. 1, pp. 1-20.
- Sukwadi, R., Yang, C.C., Benny. (2014). "Integrasi fuzzy AHP-TOPSIS dalam evaluasi kualitas layanan elektronik rumah sakit," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Industri*. vol. 16, no.1, pp. 25-34.
- Tontini, G., Söilen, K. S., Silveira, A. (2013). "How do interactions of Kano model attributes affect customer satisfaction? An analysis based on psychological foundations," *Total Quality Management & Business Excellence*. vol. 24, no. 11-12, pp. 1253-1271.
- Witell, L., Lofgren, M. (2007). "Classification of quality attributes," *Journal of Managing Service Quality*. vol. 17, no. 1, pp. 54-73.
- Witell, L., Lofgren, M., Dahlgaard, J.J. (2013). "Theory of attractive quality and the Kano methodology – The past, the present, and the future," *Total Quality Management & Business Excellence*. vol. 24, no. 11-12, pp. 1241-1252.
- Yang, C.C., Sung, D. (2011). "An integrated model of value creation based on the refined Kano's model and the blue ocean strategy," *Total Quality Management & Business Excellence*. vol. 22, no. 9, pp. 925-940.



## **MARKET ENTRY ANALYSIS UNTUK ROBOT REHABILITASI PASIEN PASCA STROKE HERRO**

**Berty Dwi Rahmawati<sup>1</sup>, Herianto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

E-mail: bertydr@ymail.com, [herianto@ugm.ac.id](mailto:herianto@ugm.ac.id)

### **ABSTRAK**

Stroke menyebabkan 5.7 juta kematian pada tahun 2005, dan 87% kematian ini terdapat di negara dengan penghasilan rendah menengah. Tren jumlah penderita stroke di Indonesia meningkat dari 8.3% pada tahun 2007 menjadi 12.1 % tahun 2013. Jumlah kebutuhan terhadap alat kesehatan belum sebanding dengan fasilitas yang ada karena sebesar 90% alat kesehatan yang beredar merupakan impor serta mahal. Melihat fenomena ini dapat disimpulkan bahwa terdapat peluang pasar yang besar untuk pasar alat kesehatan produksi dalam negeri. Tim Center of Rehabilitation Robot and Assistive Technology UGM telah mengembangkan robot rehabilitasi berbasis teknologi untuk pasien pasca stroke beberapa tahun terakhir. Robot yang dihasilkan antara lain robot rehabilitasi untuk anggota gerak bagian atas, anggota gerak bagian bawah, jari jemari, pergelangan tangan dan juga pergelangan kaki. Salah satu robot rehabilitasi yang telah dikembangkan diberi nama HERRO. Robot ini termasuk dalam semi-automatic robot yang telah diprogram 3 jenis gerakan untuk melatih gerakan fleksi-ekstensi, abduksi-adduksi serta rotasi untuk pergelangan tangan. Tujuan penelitian ini memberikan analisis dan identifikasi kesempatan pasar agar robot rehabilitasi pasien pasca stroke dapat sukses ketika melakukan peluncuran serta penetrasi di pasar Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode market opportunity analysis dengan framework Woodruff and Gardial (1996) yang terbagi menjadi 5 fase analisis yakni environmental analysis, market definition analysis, customer competitor and supplier analysis, market demand forecasting, serta evaluation of market opportunity.

**Kata Kunci:** Market opportunity analysis; Robot Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke HERRO; Stroke.

### **1. PENDAHULUAN**

Terdapat peluang pasar alat kesehatan yang besar di Indonesia karena 90% alat kesehatan yang beredar masih impor. Robot Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke HERRO yang termasuk dalam alat kesehatan kategori neurologi terapeutik merupakan produk yang siap diluncurkan ke pasar Indonesia. Brownlie and Spencer (1995) menyatakan bahwa *issue* yang akan dihadapi ketika melakukan penetrasi pasar adalah kerancuan dan ketidakpastian. Untuk beradaptasi pada lingkungan yang penuh dengan ketidakpastian dibutuhkan informasi dan kemampuan untuk mengidentifikasi pasar. Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya namun hanya memberikan informasi sepotong mengenai robot rehabilitasi *pasca stroke* HERRO dan belum memberikan informasi yang komprehensif mengenai aspek internal serta eksternal produk. Informasi yang komprehensif diperlukan untuk melakukan identifikasi pasar. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dan analisis kesempatan pasar agar Robot Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke dapat sukses ketika melakukan peluncuran di pasar Indonesia.

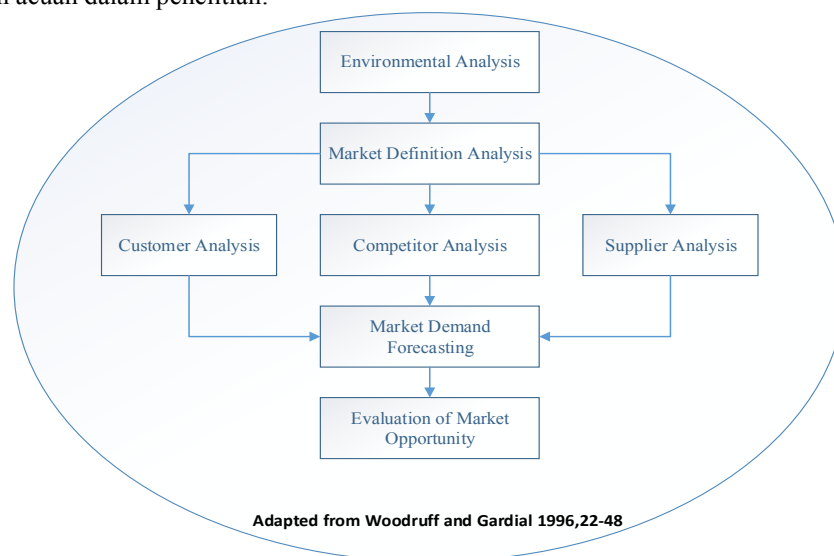
### **2. MARKET OPPORTUNITY ANALYSIS**

Market opportunity analysis merupakan sebuah proses analisa yang banyak digunakan oleh perusahaan untuk menentukan *feasibility* ketika masuk ke pasar baru atau mengembangkan operasi (*expansion*) di pasar tertentu untuk barang maupun jasa (Golicic, et al., 2003). Untuk masuk dan bertahan di pasar baru, dibutuhkan beberapa informasi mengenai pasar yang terstruktur. Market opportunity analysis merupakan salah satu dari 5 element *fuzzy front-end* yang berguna untuk menerjemahkan kesempatan/ opportunity kedalam implikasi bisnis (Koen et al., 2001).

Metode Market Opportunity Analysis terbagi menjadi 5 fase analisis yang bersifat *sequential*. Hal ini berarti setiap fase analisis akan menjadi acuan dan pertimbangan untuk melakukan analisis di fase selanjutnya. Fase pertama membahas *environmental analysis*. Fase ini menganalisa kejadian-kejadian yang berada diluar kendali organisasi yang dapat berimbas pada peluang kemunculan produk di pasar (Avest, 2009). Fase kedua membahas *market definition analysis*. Fase ini mengidentifikasi *major market* dimana produk akan berkompetisi, menetapkan *end user* produk dan melakukan segmentasi produk kedalam *product-market structure*. Segmentasi yang dilakukan di fase kedua

mempertimbangkan kejadian atau ancaman di sekitar produk yang dapat mempengaruhi pasar produk yang sudah diidentifikasi pada fase satu. Fase ketiga membahas *customer analysis*, *competitor analysis*, *supplier analysis*. Analisa dalam fase ketiga mempertimbangkan analisa segmentasi pada fase kedua dan bertujuan untuk mendapatkan *profiling customer*, *profiling direct competitor* yang menawarkan alternatif produk, serta untuk identifikasi ketersediaan (*availability*) dan keterjangkauan (*accessibility*) supplier dalam mengakomodir kebutuhan produksi. Ketiga analisa dalam fase ini akan menghasilkan *minimum requirement* yang dibutuhkan untuk melakukan penetrasi pasar dan akan menjadi input untuk perhitungan *demand* di fase *forecasting*.

Fase keempat membahas *market demand forecasting* yang meliputi estimasi *future market demand*. Analisa dalam fase keempat bertujuan untuk melakukan estimasi permintaan yang dapat dipenuhi oleh produk dengan mempertimbangkan *customer*, ketersediaan *supplier* serta persaingan dengan *competitor* produk sejenis. Fase terakhir membahas evaluasi dari *market opportunity*. Pada fase ini, analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities and Threat*) merupakan metode yang direkomendasikan Golicic, et al., (2003) untuk mengidentifikasi peluang antara kapabilitas yang dimiliki produk dan *external environment*. Berikut adalah *framework Market Opportunity Analysis* yang dijadikan acuan dalam penelitian:



**Gambar 1 Framework Market opportunity analysis Woodruff and Gardial (1996)**

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Pengambilan data

Penelitian ini dilakukan di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), dengan menggunakan responden Fisioterapis, Dokter rehabilitasi medik dan keluarga pasien. Objek penelitian adalah robot rehabilitasi pasien *pasca stroke* untuk pergelangan tangan dengan nama HERRO. Pengambilan data awal dilakukan dengan metode studi literatur, observasi dan wawancara validasi. Studi literatur dan observasi digunakan untuk mendapatkan data *list issue* dan ancaman untuk fase 1, segmentasi konsumen untuk fase 2, *profiling* fase 3 serta data pendukung untuk *forecasting* pada fase 4.

#### 3.2 Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan berbeda untuk tiap fase. Pada fase 1 data *list issue* yang didapatkan diolah menggunakan *drivers diagram* dan *causal loop diagram*. Data fase kedua diolah menggunakan metode *clustering analysis* yang kemudian hasil pembentukan *clusternya* akan divalidasi menggunakan metode *Cluster Validity Index* (CVI) yakni *Silhouette Index* (SI) untuk mengukur kepadatan (*compactness*) dan keterpisahan (*separation*) dari *cluster* (Kim,2017) . *Profiling* pada fase ketiga dilakukan dengan melihat *end user* hasil segmentasi fase 2 dan melakukan pembobotan untuk setiap *supplier* yang akan dilakukan oleh tim pengembang. *Forecasting* pada fase 4 dilakukan dengan metode kuantitatif (*linier regression*) serta kualitatif (*Brainstorming*) mengingat produk ini merupakan produk baru dan tidak terdapat data *benchmarking* produk sejenis. Fase kelima menggunakan *tools* SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities and Threat*) dalam pengolahannya.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil MOA-Fase 1- *Environmental analysis*

Dari *literature review* serta pencarian data secara nasional, didapat beberapa kejadian nasional yang berimbas pada pasar alat kesehatan di Indonesia. Beberapa *issue macro-environmental* berimbas baik pada pelemahan atau ancaman (*threats*) ataupun penguatan pasar alat kesehatan di Indonesia. Berikut beberapa *issue* yang didapat yang berhubungan dengan pasar alat Kesehatan.

**Tabel 1. Daftar kejadian yang berimbas pada pasar alat kesehatan Indonesia**

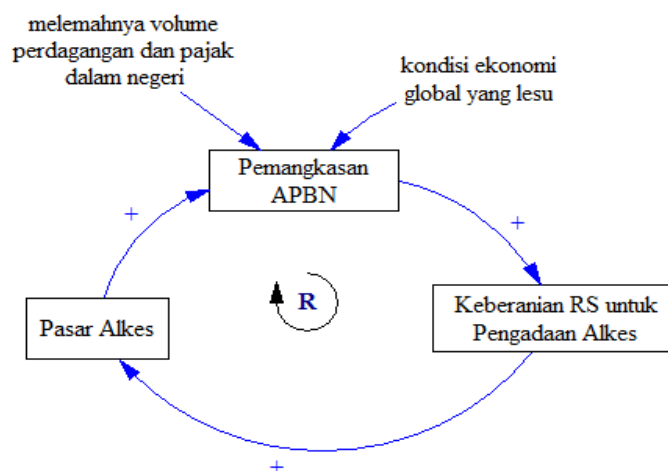
<i>Drivers Issues</i>	<i>Threats Issues</i>
Terbitnya paket kebijakan ekonomi XI tentang penguatan industri farmasi dan alkes dalam negeri (2016)	Pemangkasan APBN sebesar 133 Triliun Rupiah (kuartal ketiga 2016)
Program BPJS mendorong penjualan karena mengharuskan setiap RS mempunyai alkes standard (2016)	Pengadaan alat kesehatan untuk RS menjadi terhambat
Kesadaran masyarakat yang meningkat (2016)	Pelemahan pasar Alkes dalam negeri
Menguatnya pasar Alkes dalam negeri.	

##### - *Drivers issues* (Penguatan)

Pada tahun 2016, Menteri Koordinator Bidang Perekonomian Indonesia ke-16 menerbitkan paket Kebijakan Ekonomi XI. Paket kebijakan ini berfokus pada pendorongan perkembangan industri farmasi dan alat kesehatan serta peningkatan ekspor melalui Kredit Usaha Rakyat Berorientasi Ekspor (KURBE). Dalam paket kebijakan XI, pemerintah menyusun *roadmap* dan *action plan* untuk menunjang kemandirian ketersediaan bahan baku. Salah satu *action plan* ini berbentuk koordinasi antara LKPP dengan BPJS untuk meningkatkan penggunaan produk dalam negeri baik secara jenis maupun volume serta melakukan pembinaan kepada industri farmasi dan Alkes untuk meningkatkan kemampuan dan kapasitas produksi dalam negeri. Program ini ternyata memberikan dampak positif dalam penguatan penjualan alat kesehatan serta didukung oleh Kesadaran masyarakat yang lebih tinggi terhadap kesehatan yang prima.

##### - *Threats issues* (Pelemahan)

Fenomena pemangkasan APBN 2016 ini dilatarbelakangi oleh beberapa capaian ekonomi global dari tahun sebelumnya yang dinilai lesu antara lain dari segi pertumbuhan ekonomi, inflasi, penerimaan pajak serta nilai tukar Rupiah terhadap Dolar. Semua capaian pada tahun 2015 ini kemudian menjadi acuan pemerintah untuk melakukan revisi APBN 2016 agar tercapai keseimbangan dengan target kerja. Pemangkasan APBN ini ternyata berimbas pada pasar alat kesehatan pada kuartal ketiga 2016. Banyak Rumah Sakit yang menunggu pencairan dana untuk pengadaan alat kesehatan. Dengan adanya pemangkasan APBN 2016, pihak RS tidak terlalu memprioritaskan pengadaan alat kesehatan yang baru. Berikut merupakan gambaran *causal loop threats issue* untuk pasar alat kesehatan:



**Gambar 2. Causal Loop pasar alat kesehatan**

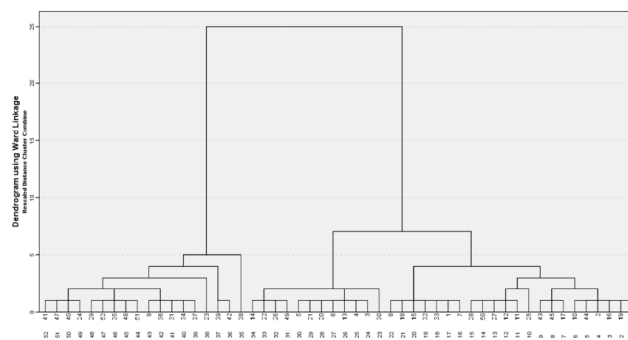
##### 4.2 Hasil MOA-Fase 2- *Market Definition analysis*

*End user* dari produk Herro didapat dengan menyebar kuisisioner pada 52 responden penelitian yang terdiri dari 22 orang Pasien pasca stroke, 4 Dokter Rehabilitasi Medis dan 26 Fisioterapis. Terdapat 18 atribut penelitian yang akan digunakan untuk melakukan segmentasi produk. Berikut adalah 18 atribut yang digunakan dalam melakukan segmentasi pasar robot rehabilitasi pasca stroke HERRO:

**Tabel 2 Rekapitulasi Atribut untuk segmentasi Robot HERRO**

No	Atribut
1	Dapat digunakan oleh pasien yang mengalami kesulitan menggenggam
2	Mudah dipasangkan pada tangan pasien
3	Robot terbuat dari material yang aman bagi pasien
4	Lengan tidak ikut bergeser saat menggunakan robot
5	Nyaman dipakai oleh pasien
6	Harga terjangkau
7	Dapat memasukkan program gerakan pada robot dengan mudah
8	Gerakan robot dapat divariasikan sesuai kebutuhan pasien
9	Desain robot yang sederhana (simpl)
10	Robot mudah untuk dipindahkan
11	Robot memiliki desain yang kokoh
12	Robot memiliki desain yang menarik
13	Robot dapat digunakan dimana saja (tempat tidur, meja, kursi roda)
14	Robot dapat digunakan untuk tangan kanan maupun kiri
15	Robot memiliki fungsi lain (dapat juga digunakan untuk kaki, siku, jari-jemari)
16	Sistem kontrol robot yang mudah digunakan
17	Tingkat Error yang rendah
18	Merk robot mudah untuk diingat

Atribut diatas dijadikan acuan untuk mendapatkan kebutuhan dan keinginan dari tiap jenis segmen. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah *clustering analysis* dengan menggunakan metode hierarki *agglomerative* (gabungan). Dari hasil pengolahan didapatkan 2 kelompok cluster yang dijelaskan dalam variabel demografis, geografis, perilaku dan psikografi. Dari kedua kelompok cluster yang terbentuk maka akan dilihat validasi pembentukannya dengan *Silhouette Index* (SI) dan dilihat nilai *cut-off* nya. Segmentasi terpilih adalah konsumen dengan rentang penghasilan antara Rp. 1.000.000 – Rp. 10.000.000, tingkat pendidikan terakhir sarjana dengan alokasi pengeluaran Rp. 500.000/bulan untuk terapi, mengutamakan kepraktisan dalam terapi dan lebih dari 4 kali sebulan dalam melakukan terapi rehabilitasi. Nilai  $S(i)$  yang didapat sebesar 0.97 yang menandakan bahwa  $i$  termasuk kategori *well-clustered*, dan memiliki keterpisahan (*separation*) yang baik antar *cluster* nya. Berikut adalah output dendrogram segmentasi produk



**Gambar 3. Output Grafik Dendrogram**

#### 4.3 Hasil MOA-Fase 3- *Customer, Competitor, Supplier analysis*

#### 4.3.1 Customer analysis

Berdasarkan hasil segmentasi dari Fase 2 *Market Opportunity Analysis*, maka *customer* dari produk Robot Rehabilitasi Pasien Pasca *Stroke* HERRO yang utama adalah fisioterapis dan pasien pasca *stroke* serta alternatif *customer* yang dapat bekerjasama dengan instansi pemerintah adalah dokter; dengan *range* penghasilan antara Rp. 1.000.000- Rp. 10.000.000. Hasil segmentasi fase 2 menunjukkan bahwa lulusan sarjana lebih berpotensi menjadi *potential buyer* produk Robot Rehabilitasi Pasien Pasca *Stroke* HERRO. Pasien pasca *stroke* yang diharapkan menjadi *customer* produk ini adalah pasien yang lebih mengutamakan kepraktisan dalam proses rehabilitasinya dengan tingkat intensitas rehabilitasi lebih dari 4 kali tiap bulan dan mau membayar biaya rehabilitasi sebesar Rp. 500.000/bulan.

#### 4.3.2 Competitor analysis

Dalam mencari data *competitor* yang valid, maka peneliti melakukan *interview* dengan pihak pengadaan salah satu Rumah Sakit Pusat di Yogyakarta untuk mendapatkan gambaran mengenai pengadaan alat kesehatan di bidang kesehatan beserta perusahaan yang diajak bekerjasama dalam melakukan pengadaan alkes neurologis. *Range* harga yang ditawarkan untuk membeli produk Robot Rehabilitasi Pasien Pasca *Stroke* HERRO adalah sebesar Rp. 50.000.000. Harga tersebut kemudian dibandingkan dengan penyedia alat kesehatan sejenis yang berada di portal *e-catalogue* kategori peralatan neurologi terapeutik, sehingga didapatkan 2 penyedia alat kesehatan sejenis yang merupakan *competitor* dari produk HERRO. Berikut adalah penyedia alat kesehatan dalam *e-catalogue* LKPP Dinkes:

1. PT BT Indonesia, *Supplier* alat kesehatan Indonesia yang barangnya merupakan produksi Bulgaria. *Range* harga yang ditawarkan oleh penyedia ini antara Rp. 30.500.000 – Rp. 170.000.000,00
2. PT I Indonesia, *Supplier* alat kesehatan Indonesia yang barangnya merupakan produksi *United States* Harga yang ditawarkan adalah Rp. 2.096.184.000,00.

#### 4.3.3 Supplier analysis

Pembagian *supplier* untuk produk Robot Rehabilitasi Pasien Pasca *Stroke* HERRO dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu badan robot, perangkat elektrik serta komponen pendukung. Pengelompokan ini bertujuan untuk menentukan *supplier* yang sesuai dengan karakteristik tiap bagian. Terdapat 4 kandidat *supplier* untuk badan robot (PT A, PT B, PT C, PT D), serta 3 *supplier* untuk kelompok perangkat elektrik (PT E, PT F, serta PT G). Pemilihan *supplier* didasarkan pada penilaian tim pengembang terhadap tiap perusahaan serta besar bobotnya. Bobot kriteria dilakukan dengan cara *pairwise comparison* yakni dengan membandingkan antara dua kriteria pada tiap levelnya. Kemudian dicari rata-rata nilainya dengan menggunakan *geometric mean method*. Berikut adalah hasil pembobotan dan penilaian terhadap *supplier*

**Tabel 3. Ringkasan Skor Penilaian *Supplier* Badan Robot**

No	Kriteria	Bobot	PT A	PT B	PT C	PT D
1	Harga	0,224	3	5	4	3
2	Kualitas	0,128	5	3	3	4
3	Garansi dan Kebijakan Klaim	0,057	4	2	3	3
4	Kemampuan Memenuhi Spesifikasi	0,241	5	3	3	3
5	Kemampuan Pengemasan	0,024	4	2	3	4
6	Sikap dari <i>Supplier</i>	0,029	4	4	4	3
7	Pelayanan untuk Perbaikan	0,061	3	2	3	3
8	Ketersediaan Support pada Waktu Kritis	0,072	3	2	3	3
9	Pengiriman Tepat pada Waktunya	0,078	4	4	4	4
10	Lokasi Geografi	0,009	5	5	5	5
11	Sejarah dan Performa Perusahaan	0,01	5	3	4	4
12	Kapasitas dan Fasilitas Produksi	0,021	4	3	4	4
13	Perjanjian Kerja Sama yang Dapat Dinegosiasikan	0,014	4	4	3	4

14	Kapabilitas Teknis	0,027	5	4	2	4
SUM			4,04	3,39	3,34	3,30

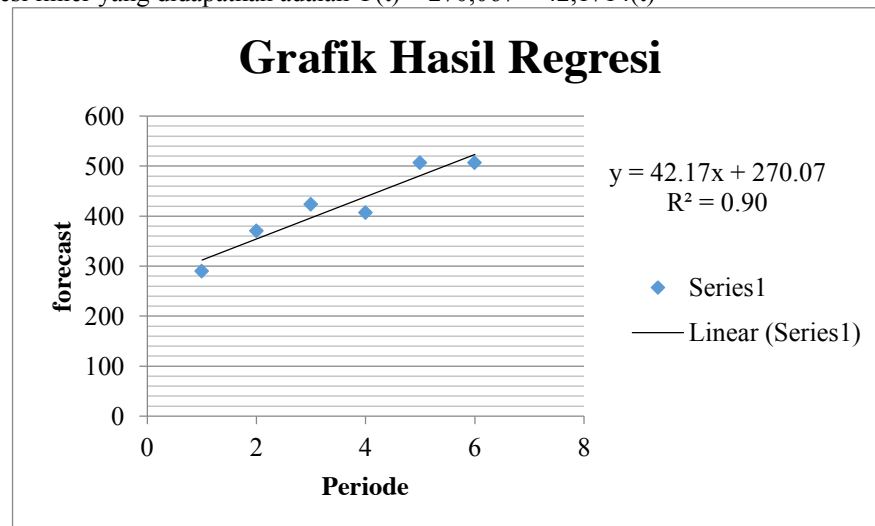
**Tabel 4. Ringkasan Skor Penilaian *Supplier* Perangkat elektrik**

No	Kriteria	Bobot	PT E	PT F	PT G
1	Harga	0,256	3	2	5
2	Kualitas	0,187	5	4	2
3	Kemampuan Memenuhi Spesifikasi	0,183	5	5	5
4	Garansi dan Kebijakan Klaim	0,112	5	5	3
5	Pelayanan untuk Perbaikan	0,099	5	5	3
6	Pengiriman Tepat pada Waktunya	0,116	3	3	3
7	Lokasi Geografi	0,016	3	4	3
8	Jumlah Pengiriman	0,029	3	3	3
SUM			8,19	7,94	6,91

Berdasarkan hasil penilaian diatas, PT A terpilih sebagai *supplier* untuk badan robot, dan PT E sebagai *supplier* perangkat elektrik. Komponen pendukung tidak memerlukan *supplier* khusus mengingat barang yang diperlukan tersedia bebas di toko/pasar komponen yang ada di Yogyakarta.

#### 4.4 Hasil MOA-Fase 4- Market Demand Forecasting

Analisa pada fase ini bertujuan untuk mengestimasi *potential demand* yang dapat dijangkau. Mengingat produk HERRO merupakan produk baru sehingga tidak terdapat data *history demand*, maka peramalan produk dilakukan dengan cara kuantitatif (*Linier Regression*) dan kualitatif. Metode ini didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel independen dengan satu variabel dependen. Metode kuantitatif diperlukan untuk mendapatkan estimasi jumlah pasien *stroke* dan dilanjutkan dengan metode *brainstorming* untuk mendapatkan *forecast demand* produk HERRO. Model regresi linier yang didapatkan adalah  $Y(t) = 270,067 + 42,1714(t)$



**Gambar 4. Grafik Hasil Regresi**

Dengan menggunakan model regresi diatas, maka jumlah *forecast* jumlah pasien untuk tahun 2017 adalah sebanyak  $818,3 \approx 819$  pasien. Jumlah produk perbulan dihitung dengan cara mengalikan jumlah pasien yang dapat dijangkau dengan waktu pemakaian produk lalu dikurangi dengan jumlah fisioterapi yang ada. Berikut adalah hasil perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 \text{Forecast demand produk/bulan} &= ((\text{jumlah pasien} \times \text{waktu pemakaian alat})/12) - \text{jumlah fisioterapis} \\
 &= ((819 \times 0.5 \text{ jam})/12) - 26 \\
 &= 8 \text{ produk / bulan}
 \end{aligned}$$

#### 4.5 Hasil MOA-Fase 5- Evaluation of MOA

Evaluasi pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan metode analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities and Threat*). Fase ini mencakup 2 evaluasi yakni identifikasi dari peluang pasar dan menyesuaikan dengan kemampuan dari produk.

- Identifikasi peluang pasar

Berdasarkan hasil dari *forecast demand* yang telah dilakukan pada fase 4, dapat ditarik kesimpulan bahwa robot rehabilitasi pasien *pasca stroke* termasuk kategori produk *high demand*, namun jika dilihat dari waktu produksi yang telah dilakukan jumlah permintaan tersebut sulit untuk dicukupi. Kecenderungan *potential buyer* (fisioterapis dan pasien *pasca stroke*) yang mementingkan kepraktisan dalam melakukan terapi merupakan indikasi bahwa pada tahun kedepan jumlah permintaan akan semakin bertambah seiring dengan waktu. Strategi penjualan yang dapat dilakukan antara lain dengan mempertimbangkan penjualan sewa ataupun bekerjasama dengan instansi pemerintahan agar produk Robot Rehabilitasi Pasien *Pasca Stroke* HERRO dapat dimasukkan kedalam daftar *supplier* peralatan neurologi terapeutik yang diakui pemerintah melalui *e-catalogue* Dinas Kesehatan

- Kemampuan produk

Dalam melihat kemampuan internal organisasi (kekuatan dan kelemahan) serta faktor eksternal lain (peluang dan ancaman), metode yang digunakan adalah analisa SWOT. Karakteristik didapatkan dengan melakukan evaluasi di setiap fase MOA. Karakteristik tersebut kemudian diberi bobot dalam *confrontation matrix*. Berikut adalah hasil *confrontation matrix* untuk setiap karakteristik

**Tabel 5. Confrontation matrix.**

		<i>Strength</i>			<i>Weakness</i>		
		Kepraktisan penggunaan	Keamanan dan fleksibilitas penggunaan	Investasi yang layak	Novice product	Harga jual tinggi	Posisi penggunaan
<i>Opportunities</i>	Kebijakan Pemerintah			+		*	+
	Kesadaran masyarakat		+		+	*	
<i>Threats</i>	Pengurangan anggaran belanja					*	-
	Birokrasi rumit			-		*	-

Hasil dari konfrontasi matriks menunjukkan bahwa dukungan dan kebijakan yang dikeluarkan pemerintah akan sangat berpengaruh pada kepercayaan masyarakat akan kualitas produk dan harga jualnya. Strategi yang dapat dilakukan oleh tim pengembang produk adalah dengan mengikuti kebijakan pemerintah dalam mendapatkan lisensi untuk produk HERRO agar terbantu dalam menekan harga produksi melalui subsidi sehingga harga jual dapat dijangkau tanpa mengurangi kualitas dari produk.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat 5 *issues* besar yang berpengaruh terhadap melemahnya maupun penguatan pasar alat kesehatan di Indonesia.
2. Terbentuk 2 *cluster* segmentasi untuk produk Robot Rehabilitasi Pasien *Pasca Stroke* HERRO.
3. *Profiling customer* dari produk Robot Rehabilitasi Pasien *Pasca Stroke* HERRO yang utama adalah fisioterapis dan pasien *pasca stroke* serta alternatif customer yang dapat bekerjasama dengan instansi pemerintah adalah dokter. Pasien *pasca stroke* yang diharapkan menjadi *customer* produk ini adalah pasien yang lebih mengutamakan kepraktisan dalam proses rehabilitasinya dengan tingkat intensitas rehabilitasi lebih dari 4 kali tiap bulan. Terdapat 2 *competitor* untuk produk Robot Rehabilitasi Pasien *Pasca Stroke* HERRO. *Supplier* produk Robot Rehabilitasi Pasien *Pasca Stroke* HERRO adalah PT A untuk *supplier* kelompok badan robot dan PT E sebagai *supplier* kelompok perangkat elektrik



4. Didapatkan jumlah forecast demand sebanyak 8 produk/bulan untuk produk Robot Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke HERRO.

## 5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Memperluas objek penelitian agar produk robot rehabilitasi yang dapat diluncurkan dipasar Indonesia menjadi lebih beragam.
2. Meskipun data untuk *forecast demand* produk sangat terbatas, perhitungan dengan metode lain tetap disarankan agar didapatkan hasil yang lebih *scientific*.

## PUSTAKA

- Avest, Joep ter. (2009), Market Opportunity Analysis and Partner Selection in the Offshore Construction Market. Enschede: India.
- Brownlie, D and Spencer, J. (1995). "Managerial Judgement in Strategic Marketing: Some Preliminary Thoughts," Management Decision, Vol 33 no.6 pp 39-50.
- Golicic et al. (2003). "Conducting a Market Opportunity Analysis for Air Cargo Operations", Transportation Journal 42, pp. 5-15.
- Kim, et al. (2017). Analysis of Clusterin Evaluation Considering Features of Item Response Data Using Data Mining Technique for Setting Cut-off Score, MDPI: Switzerland.
- Koen, P.A. (2001). Fuzzy Front End: Effective Methods, Tools, and Techniques, In P. Belliveau, A Griffen and S. Sorermeier, eds. PDMA Toolbook for New Product Development. New York: John Wiley and Sons, 2 -35.
- Woodruff, Robert B. And Sarah F. (1996). Gardial, Know Your Customer : New Approaches to Customer Value and Satisfaction, Cambridge, MA: Blackwell.



## ANALISIS PENCAHAYAAN PADA STASIUN PACKING DEPT.DYEING PT. TYFOUNTEX INDONESIA

Tito Wijaya Saputra<sup>1</sup>, Pringgo Widyaksono<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A Ketingan  
Surakarta 57126, Telp. 0271- 632110,

Email : [titoputra96@gmail.com](mailto:titoputra96@gmail.com)

### ABSTRAK

*Dalam melakukan kegiatan produksi, salah satu faktor lingkungan kerja yang dapat berpengaruh pada produktivitas kerja adalah pencahayaan. Pada stasiun packing departemen dyeing PT Tyfountex Indonesia para karyawan sering mengeluhkan ketidaknyamanan dan kelelahan kerja terutama pada bagian mata. Untuk itu dilakukan observasi guna mengetahui sistem pencahayaan pada stasiun packing departemen dyeing di PT Tyfountex Indonesia dengan dibantu alat environment meter. Berdasarkan hasil observasi didapatkan hasil rata-rata intensitas cahaya untuk stasiun packing pada pagi hari, dan siang hari secara berurutan adalah sebesar 96,57 lux, dan 96,18 lux. Sedangkan standar SNI untuk intensitas cahaya pada kegiatan pengemasan yaitu sebesar 100~200 lux. Hal ini disebabkan karena adanya titik-titik tempat pada stasiun packing di departemen dyeing yang masih kurang pencahayaannya, dikarenakan pada saat pagi dan siang hari pencahayaan ruangan stasiun packing sebagian besar masih mengandalkan penerangan alami dari cahaya matahari serta kondisi lampu-lampu disana yang kurang terawat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah rata-rata intensitas packing pada stasiun packing departemen dyeing masih dibawah rata-rata menurut standar SNI 03-6575-2001 sehingga perlu dilakukan perubahan dan perbaikan sesegara mungkin guna mengurangi resiko kecelakaan kerja dan pekerjaan karyawan menjadi optimal .*

**Kata Kunci:** lingkungan kerja; intensitas cahaya; lux

### 1. PENDAHULUAN

Lingkungan kerja fisik adalah semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sedangkan lingkungan kerja nonfisik adalah semua keadaan yang terjadi berkaitan dengan hubungan kerja, baik hubungan dengan atasan maupun dengan rekan kerja, ataupun hubungan dengan bawahan (Sedarmayanti 2009:31). Dalam melakukan kegiatan produksi, salah satu faktor lingkungan kerja yang dapat berpengaruh pada produktivitas kerja adalah pencahayaan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405 tahun 2002, pencahayaan adalah jumlah penyorotan pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Pencahayaan yang kurang baik dapat mengakibatkan ketidaknyamanan dan kelelahan pada karyawan terutama pada bagian mata. Hal tersebut dapat menurunkan produktivitas karyawan sehingga tingkat produktivitas perusahaan menjadi tidak optimal.

PT. Tyfountex Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri tekstil sejak tahun 1973. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di dunia, penggunaan kain sebagai bahan baku pakaian pun semakin banyak sehingga berbanding lurus dengan peningkatan pesanan kain pada PT. Tyfountex Indonesia. Banyak konsumen yang menginginkan pesanan mereka datang lebih cepat, sehingga hal ini mendorong PT. Tyfountex Indonesia untuk memproduksi lebih cepat tanpa mengurangi kualitas produksi perusahaan.

Salah satu cara untuk menjaga agar kualitas produk tetap terjaga sampai ditangan konsumen adalah pada proses pengemasan atau packing. Proses packing adalah proses yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang menjadi siap untuk ditransportasikan, didistribusikan, disimpan, dijual, dan dipakai. Adanya kemasan atau wadah pada produk dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi produk yang ada didalamnya, melindungi dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik selain itu kemasan berfungsi juga sebagai strategi penjualan atau daya tarik kepada pembeli. Rendahnya intensitas pencahayaan pada stasiun packing dapat mempengaruhi produktivitas para pekerja. Oleh karena itu lingkungan kerja pada stasiun packing perlu diperhatikan untuk mengurangi resiko kerja serta tingkat produktivitas perusahaan menjadi optimal.

Dari hasil studi yang telah dilakukan di PT Tyfountex Rata-rata intensitas pencahayaan umum stasiun Packing yang didapat pada pagi, siang secara berurutan adalah 96,57 lux, 96,18 lux. Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat bahwa rata-rata intensitas cahaya umum stasiun Packing masih berada di bawah standar rekomendasi, baik standar menurut SNI. Rata-rata intensitas cahaya umum

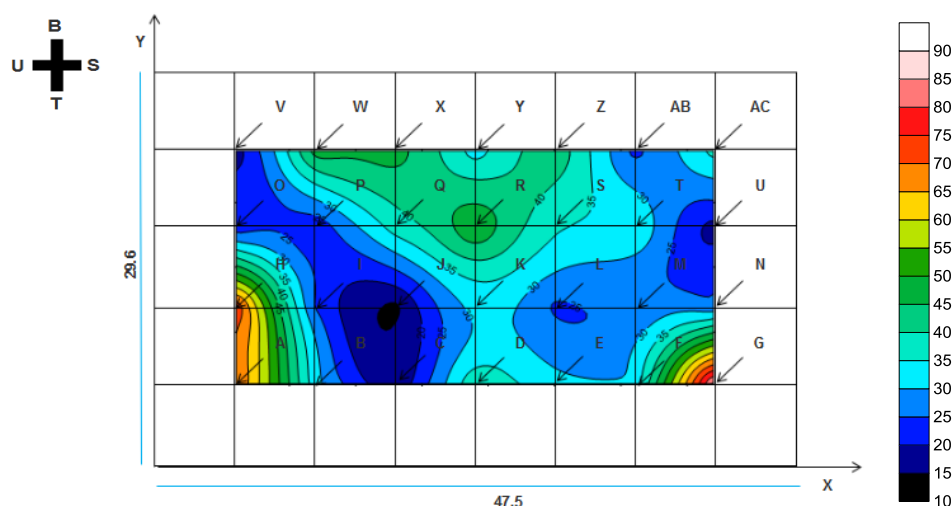
stasiun *Packing* pada pagi hari dan siang hari relatif sama, yaitu 96,57 lux dan 96,18 lux. Hal ini disebabkan karena pada saat pengukuran, sumber pencahayaan didapat dari sinar matahari yang terdistribusi ke hampir seluruh ruangan. Terdapat beberapa bagian yang tidak mendapat sinar matahari, hal ini disebabkan karena pada pagi dan siang hari, pencahayaan pada stasiun sebahian besar mengandalkan sinar matahari meskipun ada sebagian titik sudah diterangi dengan cahaya dari lampu tetapi pencahayaan pada ruangan tidak maksimal karena bauran pencahayaan yang tidak merata. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi sistem pencahayaan pada stasiun *Packing* masih kurang memadai. Hal ini dibuktikan dengan mayoritas titik ukur dan rata-rata intensitas pencahayaan stasiun *Packing* yang masih belum memenuhi standar pencahayaan yang telah direkomendasikan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan sistem pencahayaan pada stasiun *Packing*. Dengan adanya perbaikan sistem pencahayaan diharapkan pekerja dapat bekerja tanpa mengalami gangguan kerja sehingga dapat mengurangi resiko kerja serta dapat meningkatkan produktivitas pekerja.

## 2. METODOLOGI

Langkah – langkah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pertama observasi yaitu mengamati secara langsung ke tempat penelitian serta mencatat hal-hal yang dianggap penting dalam penelitian seperti melakukan wawancara dengan pekerja setempat dan mengamati keadaan pencahayaan yang ada pada stasiun *packing*. Yang kedua penentuan titik ukur, penentuan titik ukur menggunakan titik pengukuran penerangan umum sesuai standar SNI 16-7062-2004 yaitu dengan cara menentukan titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan pada setiap jarak tertentu setinggi satu meter dari lantai. Ketiga yaitu pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat *enviromtent meter*. pengukuran intensitas cahaya dilakukan pada titik-titik yang telah ditentukan sebelumnya. Pengukuran menggunakan alat *enviromtent meter*, yaitu alat yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat intensitas cahaya, tingkat kebisingan, dan kelembapan suhu udara dalam ruangan. Yang terakhir yaitu pembuatan pemetaan persebaran cahaya menggunakan software *surfer*. Input data yang dibutuhkan yaitu berupa titik pengukur intensitas cahaya, serta hasil pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat *enviromtent meter*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencahayaan pada stasiun *Packing* bersumber pada pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Cahaya alami didapat dari sinar matahari yang masuk pada jendela stasiun *Packing* sebelah barat dan pintu masuk sebelah utara. Cahaya buatan didapat dari lampu yang terpasang pada stasiun. Sistem pencahayaan pada stasiun ini adalah sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan beberapa lampu pada stasiun *packing*. Keadaan lampu pada stasiun *packing* dapat dilihat pada gambar. Berdasar hasil penelitian, terdapat dua kondisi pencahayaan yang akan dianalisa, yaitu kondisi pencahayaan pada pagi hari, dan kondisi pencahayaan pada siang hari.



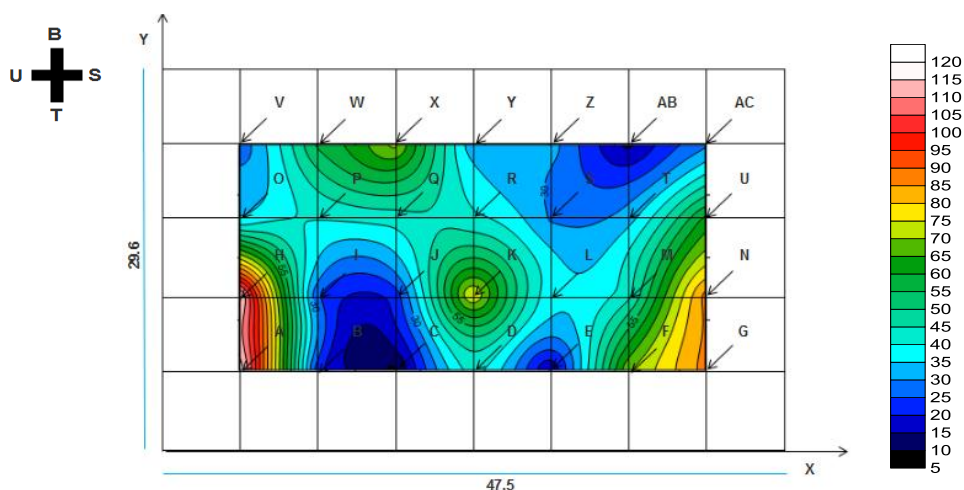
Gambar 1. Pemetaan titik ukur pencahayaan stasiun *packing* pada pagi hari

Berdasarkan pemetaan titik ukur intensitas cahaya yang telah dibuat, dapat dilihat bahwa pencahayaan pada stasiun Packing tidak merata. Pada titik A, H, dan G merupakan titik-titik yang memiliki tingkat cahaya paling tinggi diantara titik lainnya titik A sebesar 70 lux, titik H sebesar 73,67 lux, titik G sebesar 86,67 lux. Ini karena lokasi titik pengukuran titik A dan H dekat dengan pintu keluar dan titik G berada dekat dengan jendela yang cukup menerima sinar matahari secara langsung. Sinar pada titik A dan H terdistribusi pada titik B yang memiliki tingkat pencahayaan sebesar 31.67 lux. Pada titik R memiliki tingkat pencahayaan sebesar 49,67 lux. Titik R berada tepat di bawah atap stasiun yang bertingkat sehingga cahaya masuk melalui celah yang ada di atap tersebut. Cahaya yang masuk dari titik R terdistribusi di beberapa titik di sekitarnya yaitu pada titik Y sebesar 32.67 lux, titik Z sebesar 43.67 lux, titik Q sebesar 37 lux, titik S sebesar 35.67 lux, titik T sebesar 35.33 lux, dan titik K sebesar 31.33 lux. Besarnya tingkat pencahayaan pada titik R ini tidak begitu tinggi dan besar pengaruhnya terhadap besarnya tingkat pencahayaan pada titik-titik disekitarnya karena jarak atap yang jauh dari tanah berkisar 4 meter dari tanah yang menyebabkan cahaya yang masuk menjadi bias.

Pada titik W memiliki tingkat pencahayaan sebesar 47 lux dan pada titik X memiliki tingkat pencahayaan sebesar 47.33 lux. Titik W dan titik X berada dekat dengan bagian packing list, distribusi cahaya yang didapat berasal dari lampu Philip TL-UV36 watt yang menyala pada bagian packing list. Distribusi cahaya yang berasal dari lampu Philip TL-UV 36 watt tidak begitu besar sehingga tingkat pencahayaan pada titik W dan titik X juga tidak begitu besar. Titik D memiliki tingkat pencahayaan sebesar 39.00 lux. Hal ini disebabkan oleh adanya mesin CMSS yang menghalangi cahaya masuk yang datang dari jendela stasiun bagian barat. Hal itu pun juga terjadi pada titik E dan titik F, titik E yang memiliki tingkat pencahayaan sebesar 32 lux dan titik F sebesar 31.33 lux.

Pada titik V, O, P, I, J memiliki tingkat pencahayaan antara 14-24 lux, ini karena distribusi cahaya yang berasal dari titik A dan titik H tidak cukup besar sehingga tingkat cahaya yang diterima pada titik tersebut rendah. Titik L memiliki tingkat cahaya sebesar 24.33 karena distribusi cahaya yang berasal dari titik R terhalang oleh tiang penyangga bangunan. Titik M, N, U memiliki tingkat cahaya 18-26 lux karena cahaya yang berasal dari jendela bagian selatan stasiun terhalang oleh rak berisi kain yang berada di selatan bangunan. Pada titik AB memiliki tingkat pencahayaan sebesar 23.67, sedangkan pada titik AC memiliki tingkat pencahayaan sebesar 36.67. Hal ini disebabkan pada titik AC cahaya yang masuk dari jendela bangunan bagian selatan langsung masuk tanpa terhalang oleh benda sekitar sedangkan pada titik AB cahaya yang masuk dari jendela bagian selatan terhalang oleh tembok setinggi 3 meter. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai intensitas cahaya stasiun Packing pada pagi hari yang berada di atas standar minimal SNI adalah sebanyak 0 titik. Artinya, intensitas cahaya stasiun Packing pada pagi hari yang telah memenuhi standar SNI hanya sebesar 0 %, pun dengan standar Kepmenkes RI hal ini membuktikan bahwa tingkat pencahayaan pada ruang packing tidak memenuhi standar yang ditentukan.

Pencahayaan stasiun Packing pada siang hari diwakilkan dengan pengukuran tingkat pencahayaan pada pukul 14.00-15.00 WIB. Pencahayaan stasiun Packing pada siang hari bersumber pada pencahayaan alami dan pencahayaan buatan.



Gambar 2 . Pemetaan titik ukur pencahayaan stasiun packing pada siang hari

Berdasarkan pemetaan titik ukur intensitas cahaya yang telah dibuat, dapat dilihat bahwa pencahayaan pada stasiun Packing tidak merata. Titik ukur yang memiliki intensitas cahaya tinggi berada pada titik A sebesar 119,67 lux dan titik H sebesar 117,67 lux. Hal ini disebabkan karena titik-titik ukur tersebut berada dekat dengan pintu keluar stasiun Packing disebelah utara. Hal ini berpengaruh pada titik O yang memiliki titik pencahayaan sebesar 35.33 lux.

Tingkat pencahayaan yang cukup tinggi juga berada pada titik N sebesar 86,67 lux dan titik G sebesar 86.67 lux karena titik pengukuran berada di dekat jendela, meskipun titik pengukuran berada dekat dengan jendela tapi letak jendela yang tinggi intensitas cahaya yang didapat terhalang dengan tembok pada stasiun packing sebelah barat. Pada titik X memiliki tingkat pencahayaan sebesar 71,67 lux, hal ini karena titik pengukuran berada dekat dengan bagian packing list yang lampunya selalu menyala. Hal ini berpengaruh pada titik pencahayaan titik W, P, Q yang memiliki tingkat pencahayaan antara 40-56 lux. Tapi pada titik Y,Z,S hanya memiliki tingkat pencahayaan antara 29-33 lux karena cahaya pada titik X kurang besar distribusinya pada titik tersebut.

Pada titik K memiliki tingkat pencahayaan sebesar 76.33 lux. Hal ini karena matahari mulai condong ke barat sehingga intensitas cahaya yang menuju ketimur stasiun semakin besar. Hal ini berpengaruh pada tingkat pencahayaan pada titik L, D, R dengan tingkat cahaya antara 37-43 lux. Namun pada titik J, C, E cahaya kurang terdistribusi pada titik tersebut dengan tingkat pencahayaan antara 9-22 lux.

Pada titik C, E, B cahaya yang masuk melalui jendela bagian barat bangunan terhalang oleh mesin CMSS pada bagian barat stasiun. Sedangkan pada titik I dan J tingkat pencahayaan rendah disebabkan distribusi cahaya dari titik K dan dari arah pintu keluar yaitu pada titik A dan H yang kurang besar pada titik tersebut dengan nilai lux sebesar 21-26 lux.

Pada titik N dan G memiliki tingkat pencahayaan yang sama sebesar 86,67 lux, tingkat pencahayaan cukup besar karena titik pengukuran berada dekat dengan jendela bagian selatan. Cahaya pada titik-titik ini terdistribusi pada titik M dan F yang memiliki tingkat pencahayaan antara 42-70 lux. Titik U berada dekat dengan jendela bagian selatan memiliki tingkat pencahayaan sebesar 62 lux, cahaya pada titik U terdistribusi pada titik T dengan tingkat pencahayaan sebesar 33.00 lux. Sebelumnya pada pagi hari rak yang berada di dekat titik U berisi kain sehingga cahaya yang masuk terhalang oleh dengan kain yang berada di rak, namun pada siang hari kain yang tadinya berada di rak sudah dikirim ke gudang maka cahaya yang masuk dari melalui jendela dapat masuk dengan bebas tidak terhalang.

Sedangkan pada titik AC memiliki tingkat pencahayaan sebesar 29,63 lux karena sudut masuk cahaya yang masuk melalui jendela tidak terlalu besar maka cahaya yang terdistribusi ke titik AB juga tidak besar.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai intensitas cahaya stasiun Packing pada siang hari yang berada di atas standar minimal SNI adalah sebanyak 2 dari 28 titik. Artinya, intensitas cahaya stasiun Packing pada siang hari yang telah memenuhi standar SNI hanya sebesar 32,3%. Untuk nilai intensitas cahaya yang berada di atas standar Kepmenkes RI sama dengan standar SNI.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi sistem pencahayaan pada stasiun *Packing* masih kurang memadai. Hal ini dibuktikan dengan mayoritas titik ukur dan rata-rata intensitas pencahayaan stasiun *Packaging* yang masih belum memenuhi standar pencahayaan yang telah direkomendasikan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan sistem pencahayaan pada stasiun *Packing*. Dengan adanya perbaikan sistem pencahayaan diharapkan pekerja dapat bekerja tanpa mengalami gangguan kerja sehingga dapat mengurangi resiko kerja serta dapat meningkatkan produktivitas pekerja

#### PUSTAKA

- SNI 03-6575-2001, 2001, Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6575-2004, 2004, Tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.
- Danurwendo, A. (2010). "*Analisis dan Perancangan Sistem Kontrol Pencahayaan dalam Ruangan*". Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember .
- Menteri Kesehatan, (1998). Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 261/MENKES/SK/11/1998. Jakarta.

- Menteri Kesehatan, (2002). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2001
- Menteri Perburuhan, (1964). Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964. Jakarta.
- Pinangki. (2012). “Analisis dan Evaluasi Faktor Pencahayaan Pada Ruang Kuliah (Studi Kasus : Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada Yogyakarta),” *Jurnal Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada*, 2012.
- Sedarmayanti. (2009). *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja*. Bandung: Mandar Maju.

## PENGARUH KEBISINGAN TERHADAP STRESS KERJA PADA INDUSTRI FURNITURE DI SUKOHARJO

Darsini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo, Jl. Letjend. S. Humardani No. 1  
Sukoharjo 57521 Telp (0271) 593156 Faks (0271) 591065

E-mail : dearsiny@yahoo.com

### ABSTRAK

Sistem kerja terdiri dari manusia/pekerja, bahan baku, mesin dan peralatan kerja serta lingkungan. Stres kerja merupakan salah satu reaksi psikologis dari pekerja terhadap situasi dan kondisi serta kejadian yang terjadi di lingkungan kerja tersebut yang disebabkan cara kerja yang kurang memadai, seperti faktor fisik, biologis, kimia dan kondisi ergonomi. Salah satu penyebab dari stres kerja tersebut karena faktor fisik yang sering dijumpai di tempat kerja adalah kebisingan. Kebisingan yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kebisingan terhadap stres pada tenaga kerja. Metode penelitian adalah dengan deskriptif analitik, dan sebagai subyek penelitiannya pekerja yang bekerja di industri manufaktur. Tiap-tiap subyek diukur pendengarannya dan tingkat stress kerja yang dialaminya. Data yang diperoleh adalah data primer dan sekunder, dari pengukuran kebisingan di tempat kerja dan angket stress kerja dan bagian personalia. Hasil penelitian diperoleh bahwa tingkat kebisingan pada lingkungan kerja tersebut antara 94 dB sampai 97 dB. Dari pemeriksaan yang dilakukan terhadap pekerja diperoleh hasil bahwa pekerja tersebut belum ada yang mengalami gangguan pendengaran, namun dari angket stress kerja diperoleh bahwa pekerja menunjukkan gejala stress kerja berupa sering merasakan pusing, nyeri otot, suka lupa, dan sukar berkonsentrasi sewaktu bekerja, tingkat stress pekerja dalam kategori ringan sampai sedang. Sedangkan pada lingkungan yang tidak langsung terpapar bising, stress kerja yang dialami pekerja berada pada kategori rendah sampai sangat rendah. Pihak perusahaan perlu mengendalikan kebisingan di lingkungan kerja sesuai dengan peraturan Menteri Tenaga Kerja nomor: Kep-51/MEN/1999.

**Kata Kunci :** Kebisingan; Stress kerja; Furniture

### 1. PENDAHULUAN

Sistem kerja terdiri dari faktor manusia, bahan baku, mesin dan peralatan lain serta lingkungan yang saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain dalam menghasilkan sebuah produk. Manusia merupakan sentral sistem kerja dan selalu berinteraksi dengan sistem guna mengendalikan proses yang sedang berjalan. Sistem kerja akan menghasilkan produk yang baik apabila elemen-elemen yang berinteraksi di dalamnya dalam keadaan seimbang dan berinteraksi secara wajar.

Lingkungan kerja yang baik akan menghasilkan sistem kerja yang baik pula yang akan membuat seorang pekerja merasa betah dan krasan di tempat kerjanya dan tidak menimbulkan gangguan fisiologis terhadap manusia. Faktor lingkungan seperti kebisingan yaitu suara yang tidak harmonis merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaan sehingga akan berpengaruh terhadap pekerja tersebut. Untuk mempersiapkan mutu kehidupan tenaga kerja yang sehat dan aman di semua lapangan kerja ada beberapa hal yang harus diperhatikan, mulai dari sisi pekerja, beban pekerjaan, peralatan kerja, lingkungan kerja, organisasi kerja dan lain-lain yang memerlukan pemikiran sehingga dapat dicegah adanya penyakit akibat kerja atau gangguan kesehatan para pekerja serta sekaligus dapat mencegah terjadinya kecelakaan akibat kerja (Setyawati, 2000).

Semakin berkembangnya sektor industri yang diiringi pula meningkatnya penggunaan mesin-mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi akan banyak menimbulkan permasalahan. Akibat dari kemajuan teknologi tersebut diantaranya adalah polusi, antara lain kebisingan, yaitu bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki oleh telinga indera pendengar kita karena dapat mengganggu ketenangan kerja, merusak pendengaran dan dapat menimbulkan kesalahan komunikasi. Dari permasalahan tersebut adalah faktor kebisingan yang menjadi beban bagi tambahan bagi tenaga kerja di lingkungan kerja yang akibatnya akan dapat mengganggu faktor fisiologis, gangguan psikologis maupun gangguan komunikasi apabila tingkat kebisingan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Maka sebagai upaya untuk melindungi tenaga kerja akibat terjadinya kebisingan diperlukan suatu upaya pengendalian baik terhadap sumber bising, maupun terhadap tenaga kerja yang berada langsung di tempat kerja.

Tenaga kerja yang berada yang sudah bekerja sekitar 8 tahun berdasarkan informasi yang diperoleh sering mengalami gangguan pendengaran, pusing-pusing kadang seperti linglung (kurang

fokus dalam bekerja). Hal ini disebabkan karena gangguan kebisingan yang dialami setiap hari dalam bekerja. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang stress kerja pada tenaga kerja yang bekerja di tempat kerja tersebut. Tingkat kebisingan di tempat kerja tersebut dapat mempengaruhi timbulnya stress kerja pada tenaga kerja, terutama di industri manufaktur. Karena di industri manufaktur yang menghasilkan produk pasti menggunakan mesin-mesin yang menghasilkan suara, hal ini yang dapat menimbulkan stress kerja bagi tenaga kerja di tempat kerja. Permasalahan yang akan dikemukakan adalah ada pengaruh tingkat kebisingan terhadap terjadinya stress kerja pada tenaga kerja di perusahaan manufaktur pembuatan furniture (kursi dan lemari) di Serenan Sukoharjo.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Kemukakan *state of the art* dalam bidang yang diteliti, gunakan pustaka acuan primer (jurnal dan HKI) yang relevan dan terkini dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah. Jelaskan juga studi pendahuluan yang telah dilaksanakan dan hasil yang sudah dicapai, termasuk peta jalan penelitian. Suara adalah sensasi yang sewaktu vibrasi longitudinal dari molekul-molekul udara, yang berupa gelombang mencapai membrana timpani dari telinga (Perhimpunan Ahli Telinga, Hidung, dan Tenggorokan Indonesia, 1985). Tambunan (2005), menyatakan bahwa dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja, pembahasan suara (*sound*) agak berbeda dibandingkan pembahasan-pembahasan suara dalam ilmu fisika murni maupun fisika terapan. Dalam K3, pembahasan suara lebih terfokus pada potensi gelombang suara sebagai salah satu bahaya lingkungan potensial bagi pekerja di tempat kerja beserta teknik-teknik pengendaliannya. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu dan tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kepmen LH No 48, tahun 1996). Menurut Suma'mur (2009), bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan pada sel saraf pendengaran dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan getaran dari sumber bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui media udara atau penghantar lainnya, dan manakala bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki oleh karena mengganggu atau timbul diluar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi-bunyian atau suara demikian dinyatakan sebagai kebisingan. Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki. Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan pendengaran, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan pendengaran seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performa kerja, kelelahan dan stres.

### A. Pengertian Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kepmen LH No, 48, tahun 1996). Sedangkan menurut Suma'mur (2009), bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan pada sel syaraf pendengaran dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan getaran dari sumber bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui media udara atau menghantar lainnya, dan manakala bunyi atau suara tidak dikehendaki oleh karena mengganggu atau timbul diluar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi-bunyian atau suara demikian dinyatakan sebagai kebisingan. Jadi kebisingan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki. Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan pendengaran, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan pendengaran seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performa kerja, kelelahan dan stress.

Frekuensi kebisingan juga penting dalam menentukan perasaan yang subyektif, namun bahaya di area kebisingan tergantung pada frekuensi bising yang ada (Ridley, 2003). Menurut Harrianto (2008), tuli dapat disebabkan oleh tempat kerja yang terlalu bising. Yang dimaksud dengan tuli akibat kerja yaitu gangguan pendengaran parsial atau total pada satu atau kedua telinga yang didapat di tempat kerja. Termasuk dalam hal ini adalah trauma akustik dan tuli akibat kerja karena bising. Industri yang menghasilkan pejanan 90 dBA atau lebih ditemukan pada pabrik tekstil, penggergajian kayu, industri mebel, produk-produk yang menggunakan bahan baku logam, dan industri otomotif.

Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa pada prinsipnya bising atau kebisingan adalah suara yang mengganggu atau suara yang tidak dikehendaki oleh yang mendengarnya. Bising atau

tidaknya suara tidak hanya ditentukan oleh keras atau lemahnya suara itu saja, melainkan juga ditentukan oleh selera atau persepsi seseorang terhadap sumber bunyi tersebut.

## **B. Jenis-jenis Kebisingan**

Menurut Suma'mur (1984), berdasarkan atas sifat dan spektrum frekuensi bunyi, jenis-jenis kebisingan dibagi menjadi:

1. Bising yang kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas, seperti : mesin, kipas angin, dapur pijar.
  2. Bising yang kontinyu dengan spektrum sempit seperti : gergaji sirkuler, katugas.
  3. Bising terputus-putus seperti : lalu lintas, kapal terbang.
  4. Bising impulsif seperti : tembakan, ledakan dan pukulan
  5. Bising impulsif berulang seperti : mesin tempa di perusahaan
- Sifat dan spektrum frekuensi bunyi akan mempengaruhi waktu dan derajat gangguan pendengaran yang ditimbulkan.

Berdasarkan atas pengaruhnya terhadap manusia, bising dibagi atas:

1. Bising yang mengganggu (irritating noise), intensitas tidak terlalu keras, misalnya mendengkur.
2. Bising yang menutupi (masking noise), merupakan bising yang menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan mempengaruhi kesehatan pekerja, karena teriakan isyarat atau tanda bahaya tenggelam dari bising dari sumber lain.
3. Bising yang merusak (damaging/injurious noise), adalah bunyi yang melampaui NAB. Bunyi jenis ini akan merusak / menurunkan fungsi pendengaran.

## **C. Pengaruh Kebisingan terhadap Kesehatan Tenaga Kerja**

Menurut Tarwaka (2004) menyatakan bahwa pengaruh kebisingan secara umum adalah dua berdasarkan tinggi rendahnya intensitas kebisingan dan lamanya waktu pemaparan, yaitu:

### **1. Pengaruh Kebisingan intensitas tinggi (di atas NAB)**

Pada umumnya bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah (kurang lebih 10 mmHg), peningkatan nadi, konstruksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris. Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pusing/ sakit kepala. Hal ini disebabkan bising dapat merangsang situasi reseptor vestibular dalam telinga dalam yang akan menyebabkan efek pusing / vertigo. Perasaan mual, sudah tidur dan sesak napas disebabkan oleh rangsangan bising terhadap sistem saraf, keseimbangan organ, kelenjar endokrin, tekanan darah, sistem pencernaan dan keseimbangan elektrolit.

### **2. Pengaruh Kebisingan intensitas rendah (di bawah NAB)**

Secara fisiologis intensitas kebisingan yang masih di bawah NAB tidak menyebabkan kerusakan pendengaran, namun demikian kehadirannya sering dapat menurunkan performansi kerja, sebagai salah satu penyebab stres dan gangguan kesehatan lainnya. Stres yang disebabkan karena pemaparan kebisingan dapat menyebabkan antara lain:

## **D. Pengertian Stress**

Menurut Grandjean (1995) menyatakan bahwa stress kerja adalah keadaan emosi atau suasana hati yang diakibatkan oleh suatu tuntutan antara tingkat harapan dengan kemampuan seseorang untuk menghadapi stress kerja dengan suatu peristiwa dan pengenalan seseorang dari ketidakmampuan mereka untuk mengatasi tuntutan-tuntutan pada situasi kerja.

Stress didefinisikan sebagai ketidakmampuan mengatasi ancaman yang dihadapi mental, fisik, emosional, dan spiritual manusia yang suatu saat dapat mempengaruhi kesehatan fisik manusia tersebut. Baik nyata maupun imajinasi, persepsi stress sebenarnya terjadi karena perasaan takut atau marah. Sikap ini dapat diekspresikan dalam sikap tidak sabar, frustrasi, iri, tidak ramah, depresi, bimbang, cemas, rasa bersalah atau khawatir. Di tempat kerja, perasaan ini dapat dengan sikap yang pesimis, tidak puas, produktivitas rendah, dan sering absen (Widyastuti dan Yulianti, 2003).

Hampir semua orang setuju bahwa stress kerja diakibatkan oleh interaksi pekerja dan kondisi-kondisi pekerjaan, *Nasional Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) berdasarkan pengamatan riset yang telah dilakukan, bahwa kondisi kerja adalah merupakan peran utama penyebab stress kerja. Kondisi-kondisi kerja yang mendorong ke arah stress diantaranya adalah kondisi



lingkungan fisik yang meliputi kerumunan, suara bising, polusi udara atau permasalahan ergonomika (NIOSH – 1999).

Jadi dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa stress adalah suatu kondisi ketegangan psikofisiologis yang timbul karena respon sebagai akibat adanya tuntutan pekerjaan kepada individu dari lingkungan kerja.

### 3. METODE PENELITIAN

#### A. Subyek Penelitian dan Jenis Penelitian

Sebagai subyek penelitian adalah tenaga kerja bagian operator produksi baik laki-laki maupun perempuan yang berada di tempat kerja secara langsung dan tiap-tiap subyek diukur tingkat kemampuan pendengarannya dan tingkat stress kerja yang dialaminya. Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode deskriptif analitik.

#### B. Alat-alat Penelitian

- Sound Level Meter untuk mengukur tingkat kebisingan kerja di tempat kerja,
- audiometri untuk mengukur Nilai Ambang Pendengaran tenaga kerja, dan
- Untuk mengukur stress kerja pada tenaga kerja digunakan angket stress kerja dari Setyawati (1994)

#### C. Metode Pengumpulan Data

Adapun sebagai metode pengumpulan data dalam penelitian untuk mendapatkan data primer dilakukan dengan pengukuran kebisingan di lingkungan kerja, pengukuran audiometri, dan angket stress. Sedangkan untuk memperoleh data sekunder adalah langsung dari bagian personalia. Analisisnya menggunakan analisis deskriptif analitik.

### 4. HASIL

Dari hasil penelitian dari 30 responden tidak ada satupun yang mengalami gangguan pendengaran, hal ini karena hasil pemeriksaan audiometri antara 13,1 dB sampai 26,0 dB dan nilai ini masih dalam taraf normal. Pekerja yang langsung berhadapan dengan suara bising, yaitu bagian operator produksi yang menunjukkan gejala stress walaupun masih dalam batas normal sampai pada batas sedang. Sedangkan pekerja/tenaga kerja di bagian administrasi yang tidak terpapar langsung hanya menunjukkan gejala stress kerja dalam kategori rendah sampai sangat rendah yaitu antara 15,0 sampai dengan 23,3.

Tabel berikut ini merupakan hasil pengukuran Nilai Ambang Pendengaran (NAP) dan tingkat stress pada pekerja bagian operator dan bagian administrasi. Data ini diperoleh berdasarkan hasil kuesioner yang di serahkan kepada tenaga kerja bagian operator dan administrasi yang isinya terkait dengan stress kerja pada karyawan. Kemudian dianalisa dan diperoleh hasil seperti pada tabel berikut ini.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai Ambang Pendengaran (NAP) dan tingkat Stress pada pekerja Bagian Operator Nmr 1-15 dan Bagian administrasi Nmr 16-30**

No	NAP	Tingkat Stress (Bagian Operator)	No	NAP	Tingkat Stress (Bagian Administrasi)
1	13,3	Ringan	16	23,3	Sangat rendah
2	15,0	Ringan	17	21,6	Rendah
3	18,3	Sedang	18	20,0	Sangat rendah
4	24,9	Ringan	19	24,0	Rendah
5	21,5	Sedang	20	18,9	Rendah
6	20,0	Sedang	21	18,3	Sangat rendah
7	18,3	Ringan	22	15,0	Sangat rendah
8	23,2	Ringan	23	21,0	Rendah
9	13,1	Sedang	24	23,3	Sangat rendah
10	25,0	Sedang	25	22,7	Rendah
11	20,0	Ringan	26	20,0	Rendah
12	26,0	Sedang	27	22,1	Rendah
13	23,2	Ringan	28	21,0	Rendah
14	23,3	Ringan	29	22,6	Sangat rendah
15	15,0	Sedang	30	22,1	Sangat rendah

## 5. PEMBAHASAN

Faktor utama yang mempengaruhi dan yang berisiko terhadap pekerja dalam melaksanakan pekerjaan di tempat terutama pada industri furniture adalah faktor lingkungan fisik, kimia dan biologi juga tak kalah pentingnya adalah faktor ergonomi. Dengan adanya hubungan dan interaksi antar pekerja di lingkungan kerja dapat menimbulkan masalah yang baik bagi tenaga kerja maupun pihak perusahaan, sehingga lingkungan kerja secara fisik harus benar-benar seimbang. Karena apabila terjadi ketidak seimbangan antar pekerja dan lingkungan akan berdampak pada beban kerja bagi tenaga kerja yang bisa mengakibatkan stress bagi pekerja dan produktivitas kerja bisa menurun. Stress kerja yang dialami antar tenaga kerja pada bagian operator dan bagian administrasi menalami perbedaan, hal ini dikarenakan beberapa faktor antara lain faktor lamanya paparan terhadap suara, kekuatan suara yang diterima oleh pekerja, kepekaan/kemampuan dalam mendengar, lingkungan tempat kerja juga karena keadaan pekerja dalam organisasi. Faktor lain yang cukup berpengaruh terhadap terjadinya stress kepada pekerja terutama masalah kedisiplinan dan perilaku pekerja bagian operator produksi yang tidak taat untuk menggunakan penutup telinga pada saat bekerja. Bagi pekerja yang kurang disiplin dalam menggunakan alat pelindung diri saat bekerja terutama penutup telinga yang sudah disediakan oleh perusahaan akan mengalami stress sedang di bandingkan dengan yang taat menggunakan alat pelindung diri yang berada pada kategori stres ringan.

Dengan demikian untuk melindungi diri dari stress baik stres ringan, sedang, rendah dan sangat rendah yang berada di tempat kerja setiap pekerja tentunya harus menggunakan alat pelindung diri yang sudah disediakan oleh perusahaan. Selain itu pengendalian lingkungan kerja di tempat kerja agar tingkat kebisingan tetap sesuai dengan Nilai Ambang Batas (NAB) perlu dilakukan penyuluhan dan kontrol terhadap tenaga kerja terutama pada penggunaan alat pelindung diri sehingga dapat meminimalkan terjadinya stress kerja.

## 6. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat kebisingan di tempat kerja berpengaruh terhadap terjadinya stress bagi pekerja.
2. Untuk dapat meningkatkan produktivitas kerja dan mengurangi tingkat stress bagi pekerja perlu pengendalian tingkat kebisingan sehingga tidak melebihi Nilai Ambang Batas yang telah ditetapkan 85 dB.
3. Perlu dilaksanakan penyuluhan tentang pentingnya menggunakan alat pelindung diri bagi pekerja saat bekerja, sehingga bisa menurunkan tingkat stress kerja dan juga dapat mencegah terjadinya gangguan pendengaran.

## PUSTAKA

- Astuti, C., 1996, "Stress pada Individu-individu", *Majalah ilmiah Universitas Borobudur*, No. 11 Hal 44-43.
- Bennet N.B.Silalahi, Rumondang B. Silalahi. (1991). *Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja*. PT.Pustaka Binaman Pressindo.
- Grandjean E. (1995). *Fitting The Task To The Man, A Textbook of occupational Ergonomics*, London, New York, Philadelphia 4<sup>th</sup> Edition.
- NIOSH Working Group. (1999). *Stress at Work*, DHH (NIOSH) Publication No. 99 -101, <http://www.cdc.gov/niosh>.
- Setyawati. (2006). *Bahan Kuliah Hygiene Perusahaan*, Program Pascasarjana Ilmu Kesehatan, UGM Yogyakarta.
- . (2006)., *Pengaruh Pengadaan Peralatan yang Ergonomis terhadap Tingkat Kelelahan Kerja dan Stress Psikososial*, Hasil Penelitian, Program Pasca Sarjana Ilmu Kesehatan Kerja, UGM, Yogyakarta.
- Suma'mur P.K. (1984). *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, PT. Gunung Agung, Cetakan VII, Jakarta.
- Suma'mur P.K. (1993). *Keselamatan Kerja & Pencegah Kecelakaan*; CV Haji Masagung, Jakarta.

## **ANALISIS KEBUTUHAN MULTI-AKTOR DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DALAM PENGEMBANGAN MODEL BISNIS *PRODUCT-SERVICE SYSTEM* (PSS) DI PERUSAHAAN KAROSERI**

**Akhmad Nidhomuz Zaman<sup>1</sup>, Maria Anityasari<sup>2</sup>, Rosita Meitha Surjani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta  
dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Jl. RS. Fatmawati No.1-Pondok Labu, Jakarta Selatan  
Telp. (021) 7656971 ext.194  
E-mail: [zaman\\_sda@yahoo.com](mailto:zaman_sda@yahoo.com)

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Surabaya dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

### **ABSTRAK**

Setiap industri harus memiliki strategi bisnis yang menarik dan unggul untuk mempertahankan kesetiaan pelanggan. Perubahan strategi bisnis mengacu pada kualitas, harga yang terjangkau, dan mempertimbangkan aspek sustainability (faktor ekonomi, lingkungan dan sosial). Salah satu model bisnis yang sustainable adalah *Product-Service System* (PSS). PSS telah dianggap sebagai model bisnis yang menciptakan nilai tambah dengan integrasi produk dan jasa. PSS terbagi dalam tiga klasifikasi (mulai dari komponen produk yang lebih dominan): *product-oriented service*, *use-oriented service* dan *result-oriented service*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan multi-aktor (pelanggan multi-segmen dan perusahaan) dalam pengembangan model bisnis PSS. Langkah pertama untuk melakukan pengumpulan data kebutuhan pelanggan dan perusahaan adalah: studi pendahuluan kebutuhan pelanggan dan perusahaan, survei dengan wawancara dan pengisian kuisioner dengan hasil yang didapat adalah dua strategi PSS (*product* dan *use oriented*) yang mungkin dikembangkan. Selanjutnya mengukur tingkat kepentingan pada kebutuhan pelanggan dan perusahaan dengan Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (F-AHP). Dari penelitian ini, diperoleh bahwa prioritas kebutuhan pelanggan adalah keandalan produk, karena produk yang dipakai untuk alat transportasi distribusi. Sedangkan kebutuhan perusahaan adalah teknis perawatan yang mudah, harga produk, selalu berinovasi dan mengutamakan hubungan yang baik pada pelanggan.

**Kata kunci:** Fuzzy-AHP; Multi-Aktor; *Product Service System* (PSS)

### **1. PENDAHULUAN**

Dalam perkembangan dunia industri saat ini, setiap kegiatan industri harus memiliki strategi bisnis yang menarik dan unggul untuk mempertahankan kesetiaan pelanggan. Strategi bisnis untuk dapat bersaing tidak hanya cukup pada produk yang berkualitas dan harga yang terjangkau, tetapi juga dengan mengadopsi model bisnis yang kompetitif dan mempertimbangkan aspek sustainability (faktor ekonomi, lingkungan dan sosial) (Nemoto dkk., 2014). Salah satu alternatif model bisnis yang sustainable adalah *Product Service System* (PSS). PSS telah dianggap sebagai konsep bisnis yang menciptakan nilai tambah yang terintegrasi dari produk dan jasa. Mengintegrasikan produk dan jasa memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi yang memberikan efek positif bagi pendapatan dan lingkungan yang positif bagi industri dan masyarakat (Kimita & Yoshiki, 2014, Reim dkk., 2014, dan Muto dkk., 2015). Tujuan utama dari PSS memenuhi kebutuhan spesifik konsumen, melalui penawaran nilai tambah bagi konsumen. Nilai yang ditawarkan tersebut meliputi utilitas produk dan jasa selama masa penggunaannya (Tan dkk., 2007).

Konsep PSS secara umum terbagi atas tiga klasifikasi, yaitu: *product-oriented service*, *use oriented service*, dan *result-oriented service* (Yuliandra dkk., 2013 dan Schenkl dkk., 2014). Dua jenis pertama cocok diterapkan pada perusahaan manufaktur yang biasa menggunakan pendekatan *product-oriented* dan akan beralih pada model bisnis PSS karena peranan sentral masih dimainkan oleh produk (Yuliandra & Helmi, 2014). Dari seluruh kegiatan yang dilakukan oleh sebuah perusahaan, pada akhirnya akan bermuara pada nilai yang akan diberikan oleh pelanggan, terkait kepuasan yang dirasakan. Selain perusahaan ingin memenuhi kebutuhan pelanggan, perusahaan juga memiliki keinginan meningkatkan efisiensi dan keuntungan bisnis, dengan kata lain kepuasan perusahaan juga penting dalam pengembangan bisnis model. Kebutuhan atau kepuasan perusahaan selain menginginkan kesetiaan konsumennya (loyalitas), juga menginginkan kepuasan internal perusahaan, kepuasan dari pihak supplier dan lain-lain (Kotler, 2008, Duru dkk., 2011).

Dalam pengembangan model bisnis PSS, perlu analisis kebutuhan multi-aktor yang terlibat, dalam hal ini pelanggan multi-segmen dan perusahaan manufaktur yang berkeinginan mengadopsi model bisnis ini. Pada penelitian ini, penentuan prioritas kebutuhan dilakukan dengan menggunakan metode *Fuzzy-Analytical Hierarchy Process* (F-AHP). Metode ini digunakan karena dapat meminimasi tingkat subyektivitas dalam penentuan tingkat kebutuhan aktor.

Penelitian ini akan dilakukan pada dua perusahaan karoseri yang memproduksi karoseri *box aluminium* dan *dump truck*, agar dapat dilakukan kajian perbandingan. Perusahaan karoseri dipilih karena merupakan perusahaan manufaktur dengan sistem penjualan langsung ke pelanggan sehingga memiliki kedekatan yang intensif dengan pelanggannya. Hal ini penting karena dalam pengembangan model bisnis baru PSS, diperlukan keterlibatan aktif dari pelanggan, termasuk dalam memberikan masukan terkait kebutuhan pelanggan dalam model bisnis ini. Dalam penelitian ini akan dilakukan implementasi sebagian model yang telah dikembangkan dalam desain PSS yang dikembangkan oleh Surjani dkk (2015).

## 2. STUDI LITERATUR

### a) *Product Service System* (PSS)

Salah satu strategi bisnis yang inovatif untuk produk yang *sustainable* adalah *Product-Service System* (PSS). PSS tidak selalu mengarah pada solusi *sustainable* namun PSS menawarkan konsep yang bermanfaat untuk bergerak kearah *sustainable* (Manzini & Vezzoli, 2015). PSS termasuk konsep bisnis yang menarik yang menciptakan nilai tambah dari ketentuan yang terintegrasi dari produk dan jasa, karena kedua produk dan jasa termasuk dalam objek desain dan proses desain PSS (Muto dkk., 2015). Mengintegrasikan produk dan jasa memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi, yang dapat memberikan efek ekonomi dan lingkungan yang positif bagi industri dan masyarakat (Reim dkk., 2014). Peningkatan tersebut cenderung untuk menambah total perawatan jasa, yang dapat menyebabkan penggunaan intensif dari produk dan tepat waktu, lebih efisien, dan produk yang inovatif. PSS dapat berfokus terhadap barang maupun jasa, secara umum PSS terbagi menjadi 3 tipe, antara lain (Geum & Park, 2011, Yuliandra dkk., 2014):

1. *Product Oriented* PSS → model bisnis dengan tetap mengutamakan penjualan produk tetapi menambahkan tambahan layanan. Contoh: membeli produk dengan jasa tambahan.
2. *Use Oriented* PSS → produk masih memegang peranan utama namun model bisnis ini tidak lagi pada penjualan produk, kepemilikan produk tetap pada *provider*, tersedia dengan beberapa bentuk berbeda dan dimungkinkan untuk dipakai bersamaan dengan beberapa pengguna. Contoh: persewaan produk.
3. *Result-oriented service* → tidak ada produk yang terlibat, hanya terbatas kesepakatan antara klien dan provider. Contoh: *Activity management/outsourcing*.

Dalam pendekatan PSS menghasilkan suatu solusi diantaranya (Manzini & Vezzoli, 2015): Pertama, meminimalkan biaya untuk keandalan produk, maka perusahaan akan berusaha untuk memperpanjang umur produk melalui keandalan yang lebih baik, perawatan, perbaikan. Kedua, merancang dan mengembangkan produk yang memperhitungkan *the product's end of life* (perusahaan membangun ke dalam produk, bagian dan bahan yang dapat dengan mudah digunakan kembali, diganti, daur ulang).

### b) *Fuzzy-Analytical Hierarchy Process* (F-AHP)

Secara definisi, AHP suatu metode untuk mengurutkan alternatif-alternatif pengambilan keputusan dan memilih salah satu yang terbaik ketika tersedia banyak kriteria. Di dalam metode AHP, setiap kriteria pengambilan keputusan dibandingkan dengan cara *pairwise comparison* (perbandingan berpasangan). Skala yang digunakan adalah 1-9, dimana 1 melambangkan kedua kriteria tersebut sama pentingnya dan nilai 1 atau 9 melambangkan bahwa salah satu kriteria tersebut sangat penting dibandingkan kriteria yang lain. Terkadang dalam suatu penelitian dengan penerapan skala 1-9 terdapat *consistency ratio*  $CR > 0,1$  (tidak konsisten). Salah satu cara untuk mendapatkan CR yang lebih baik adalah dengan menggunakan skala 1-5. (Aupetit & Ganest, 1993 dalam Hossain dkk., 2014).

Tabel 1. Perbedaan dua skala antara 1-9 dan 1-5

Skala tingkat kepentingan (1-9)	Keterangan skala	Skala tingkat kepentingan (1-5)
1	Dua atribut sama penting	1
3	Cukup penting	2
5	Kuat penting	3
7	Lebih kuat penting	4
9	Mutlak lebih kuat penting	5

Sumber: Hossain dkk., 2014

Table 1 menunjukkan perbedaan dua skala antara 1-9 dan 1-5 dimana nilai memiliki kesamaan. Pengambilan keputusan AHP dengan banyak kriteria bersifat subjektif. Selain itu para pengambil keputusan lebih yakin menentukan pilihannya terhadap tingkat kepentingan antar kriteria dengan memakai penilaian dalam interval dibandingkan penilaian dengan angka eksak. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dikembangkan teknik memodifikasi dan teknik himpunan *fuzzy* dalam AHP yang disebut *Fuzzy AHP* (Elveny & Rahmadsyah, 2014).

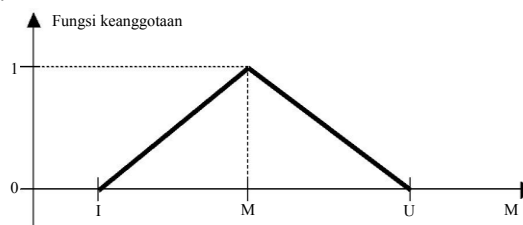
*Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) merupakan penggabungan metode AHP dengan pendekatan konsep *fuzzy*. F-AHP dapat menutupi kelemahan yang terdapat pada AHP biasa, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Ketidakpastian direpresentasikan dengan urutan skala yang tidak tunggal. (Chang, 1996) mengembangkan metode F-AHP dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga atau *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Teori himpunan *fuzzy* untuk membantu dalam pengukuran yang berhubungan dengan penilaian subyektif manusia.

**Tabel 2. Triangular Fuzzy Number (TFN) untuk Skala 1-9 dan 1-5**

No	Tingkat skala fuzzy	Invers skala fuzzy	Definisi variabel <i>linguistic</i>	Tingkat skala fuzzy	Invers skala fuzzy
1	1= (1,1,3)	(1/3,1,1)	Dua elemen mempunyai kepentingan yang sama	1= (1,1,2)	(1/2,1,1)
2	3= (1,3,5)	(1/5,1/3,1/1)	Satu elemen sedikit lebih penting dari yang lain.	2= (1,2,3)	(1/3,1/2,1/1)
3	5= (3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)	Satu elemen lebih penting dari yang lain	3= (2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
4	7= (5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)	Satu elemen sangat lebih penting dari yang lain	4= (3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
5	9= (7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)	Satu elemen mutlak lebih penting dari yang lain	5= (4,5,5)	(1/5,1/5,1/4)

Sumber: Somsuk & Laosirihongthong, 2014 (skala1-9)

Tabel 2 menunjukkan TFN untuk skala 1-9 dan 1-5. Dalam proses penilaian alternatif, pengambil keputusan diminta memberikan suatu rangkaian penilaian terhadap alternatif  $x$  (M) yang ada dalam bentuk bilangan *fuzzy triangular* (*triangular fuzzy number* (TFN)), yang disusun berdasarkan variabel linguistik. Selanjutnya, nilai *fuzzy* didefinisikan bagi setiap alternatif pada setiap kriteria. Dalam TFN diberikan tiga kondisi untuk nilai fungsi keanggotaan, yaitu pesimis, paling disukai dan optimis, seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Triangular (Zarei dkk, 2010)**

Gambar 1 menunjukkan fungsi keanggotaan *triangular* (L, M, dan U). Kemudian setiap hubungan tersebut diringkas dalam sebuah tabel seperti pada Tabel 3, dimana baris pertama dibaca, kriteria1 sama derajatnya dengan kriteria 1, kriteria 1 cukup kuat daripada kriteria 2, dan kriteria 1 lebih kuat dari kriteria 3. Pada baris kedua untuk menggambarkan hubungan kriteria 2 dan kriteria 1, digunakan rumus *inverse*, yaitu  $(I,m,u)^{-1} \approx \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{I}\right)$

**Tabel 3 Hubungan antar kriteria dalam FAHP penggunaan skala 1-5**

	Kriteria 1			Kriteria 2			Kriteria 3		
Kriteria 1	1	1	2	1	2	3	2	3	4
Kriteria 2	1/3	1/2	1/1	1	1	2	2	3	4
Kriteria 3	1/4	1/3	1/2	1/4	1/3	1/2	1	1	2

Langkah-langkah dalam mengaplikasikan metode Fuzzy AHP untuk pemilihan alternatif adalah sebagai berikut:

- 1) Pengambil keputusan membandingkan kriteria, sub-kriteria, atau alternatif dengan bahasa linguistik Fuzzy AHP dengan skala TFN.
- 2) Menghitung nilai rata-rata geometris fuzzy ( $\tilde{r}$ ) dari masing-masing kriteria, sub-kriteria, atau alternatif dengan metode Buckley. Nilai rata-rata geometris fuzzy dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tilde{r} = \left( \prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

- 3) Menghitung bobot fuzzy ( $\tilde{w}$ ) untuk masing-masing kriteria, sub-kriteria, atau alternatif dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \tilde{w} &= \tilde{r}_i \times \left( \tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \dots + \tilde{r}_n \right)^{-1} \\ &= (l_{wi}, m_{wi}, u_{wi}) \end{aligned} \quad (2)$$

- Karena  $\tilde{w}$  yang didapatkan masih merupakan bilangan fuzzy, maka perlu dilakukan defuzzifikasi dengan metode *Center of Area* (COA) yang dikembangkan oleh Chou dan Chang dengan persamaan berikut:

$$M_i = \frac{(l_{wi} \cdot m_{wi} \cdot u_{wi})}{3} \quad (3)$$

- 4) Bobot  $M$  sudah merupakan bilangan non-fuzzy, namun masih harus dilakukan normalisasi sehingga menghasilkan bobot akhir dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (4)$$

Rekapitulasi nilai kuisioner AHP maupun F-AHP umumnya menggunakan rumus *geometric mean*. Rumus *geometric mean* dapat dilihat pada rumus 5, karena TFN terdiri dari tiga nilai (a, b, c), maka *geometric mean*nya akan berupa ( $a_g, b_g, c_g$ ).  
*geometric mean*:

$$a_{ij} = (Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times \dots \times Z_n)^{1/n} \quad (5)$$

Dengan:

$a_{ij}$  = nilai rata-rata perbandingan berpasangan antara kriteria  $a_{ij}$  untuk  $n$  responden

$Z_i$  = nilai perbandingan antara kriteria  $a_i$  dan  $a_j$  untuk responden ke-1 dengan nilai  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n$  = jumlah responden

### 3. METODE

Dalam penelitian ini, akan dilakukan penentuan kebutuhan multi-aktor yang sangat dibutuhkan dalam proses pengembangan model bisnis PSS pada perusahaan manufaktur. Studi kasus dilakukan pada dua buah perusahaan karoseri yang akan mengadopsi model bisnis PSS agar dapat dilakukan kajian perbandingan. Responden pelanggan pada kedua perusahaan adalah merupakan *lead-user* pada masing-masing perusahaan, yaitu pelanggan yang aktif melakukan proses pembelian dan hubungan dengan perusahaan. Hal ini penting karena dibutuhkan keterlibatan aktif dari pihak pelanggan dalam proses penentuan kebutuhan ini yang akan mempengaruhi kesuksesan pengembangan model bisnis PSS. Pelanggan yang menjadi responden terbagi menjadi pelanggan dalam segmen B2B (pelanggan bisnis) dan B2C (pelanggan ritel ataupun perseorangan). Sedangkan responden di pihak perusahaan adalah bagian yang terkait dengan pelanggan, yaitu pimpinan perusahaan, bagian pemasaran, bagian desain dan produksi.

Langkah-langkah penelitian untuk menganalisis kebutuhan multi-aktor adalah sebagai berikut:

- 1) Studi pendahuluan, melakukan pengamatan dan penjelasan variabel-variabel dari studi literatur kepada pelanggan dan perusahaan. Hasil dari studi pendahuluan digunakan sebagai desain kuisioner.
- 2) Penyebaran kuisioner, dilakukan pada responden pelanggan dan perusahaan.
- 3) Proses F-AHP, dilakukan untuk mendapatkan nilai bobot tingkat prioritas pada masing-masing variabel kebutuhan pelanggan dan perusahaan, dan kepentingan yang berbeda ditentukan oleh penilaian prioritas dengan Fuzzy AHP. Dalam proses FAHP, data hasil kuisioner diproses dahulu dengan AHP dengan uji konsistensi  $CR < 0.1$ . Pada penelitian ini digunakan skala AHP 1-5 (bisa dilihat pada Tabel 1) dan skala TFN untuk FAHP menggunakan skala 1-5 (bisa dilihat pada Tabel

- 2). Proses FAHP meliputi bobot kriteria *fuzzy*, bobot akhir kriteria (Ni), setelah didapat hasil bobot setiap kriteria maka dilakukan penggabungan setiap pelanggan menjadi satu nilai Ni (rata-rata geometris). Hasil FAHP adalah nilai bobot tingkat prioritas kebutuhan pelanggan dan perusahaan.
- 4) Studi perbandingan, merupakan langkah terakhir untuk implementasi dari sisi studi pendahuluan, prioritas kebutuhan pelanggan dan multi-aktor, strategi PSS.

Tabel 4 menunjukkan variabel-variabel kebutuhan pelanggan dan perusahaan serta strategi yang ditawarkan kepada pelanggan. Variabel-variabel tersebut adalah yang digunakan dalam kuisioner yang disebarakan kepada responden.

**Tabel 4. Variabel kebutuhan pelanggan, perusahaan dan strategi**

No.	Kebutuhan Pelanggan PT X	Kebutuhan Pelanggan CV Y	Sumber
1	1. Harga karoseri yang terjangkau (1. HKT)	1. Harga karoseri yang terjangkau_HKT	Shenkl dkk., 2014, Shih & Chou., 2010, Kim dkk., 2012
2	2. Desain inovatif dalam hal model karoseri terdapat tambahan komponen dll (2. DIK)		Kim dkk., 2012, sumber dari perusahaan
3	3a. Kuat, tahan terhadap kondisi lingkungan dan cuaca (3a. KTKL)	2a. Kuat, tahan terhadap kondisi lingkungan dan cuaca_KTKL	
4	3b. Umur karoseri yang panjang (3b. UKP)	2b. Umur Karoseri yang panjang_UKP	Shih & Chou., 2010, Kim dkk., 2012
5	3c. Maintenance yang rendah (3c. MR)		
6	4a. Bahan untuk karoseri dapat diolah kembali (4a. BKK)	3. Bahan untuk karoseri dapat diolah kembali_BKK	Kim dkk., 2012, Manzini & Vezzoli., 2015
7	4b. Bahan untuk karoseri tidak mencemari lingkungan (4b. BKL)		
8	5a. Pelayanan yang baik pada saat pembelian karoseri (5a. PBK)	4a. Pelayanan yang baik pada saat pembelian karoseri_PPK	
9	5b. Pelayanan yang baik pada saat menjual karoseri ke pihak perusahaan (5b. PKP)		Shenkl dkk., 2014, Kim dkk., 2012
10	5c. Kecepatan dalam pelayanan informasi dan pembelian untuk pelanggan (5c. KPP)	4b. Kecepatan dalam pelayanan informasi dan pembelian untuk pelanggan_KPP	
11	6. Model karoseri sesuai permintaan konsumen (6. MPK)	5. Model karoseri sesuai permintaan konsumen_MPK	Kim dkk., 2012, sumber dari perusahaan
12	7. Karoseri mudah digunakan (7. KM)		Kim dkk., 2012
No.	Kebutuhan Perusahaan PT X	Kebutuhan Perusahaan CV Y	Sumber

1	Kualitas dan ketersediaan bahan baku yang baik dan tepat waktu (KTB)	Kualitas dan ketersediaan bahan baku yang baik dan tepat waktu (KKBB)	sumber dari perusahaan
2	Harga pasaran yang sesuai dengan produk (HP)	Harga pasaran yang sesuai dengan produk (HPP)	sumber dari perusahaan
3	Kesetiaan konsumen terhadap produsen (KKP)	Kesetiaan konsumen terhadap produsen (KKP)	sumber dari perusahaan & Schenk dkk., 2014
4	Perawatan yang mudah (PM)	Perawatan yang mudah (PM)	Duru dkk., 2011
5	Pengoperasian yang mudah (PYM)		Duru dkk., 2011
6	Selalu berinovasi (SB)		sumber dari perusahaan
7	Resiko persewaan produk sesuai kerusakan (RPK)	Resiko persewaan produk sesuai kerusakan (RPK)	sumber dari perusahaan
8	Adanya hubungan yang komunikatif antara perusahaan, pelanggan dan <i>partner</i> (AHP)		sumber dari perusahaan
9	Kemudahan dalam mengelola keuangan (KM)		Duru dkk., 2011
10	Harga material dan peralatan yang terjangkau (HM)	Harga material dan peralatan yang terjangkau (HM)	Duru dkk., 2011
11	Kualitas peratan yang baik (KPB)		Duru dkk., 2011
12	Memiliki daya tahan produk yang baik (MDB)	Memiliki daya tahan produk yang baik (MDB)	Duru dkk., 2011

No.	Strategi PT X	Strategi CV Y	Sumber
1	Perawatan dan reparasi karoseri	Perawatan dan reparasi karoseri	sumber dari perusahaan
2	Pembelian kembali karoseri dari pihak perusahaan ( <i>buy back</i> )		Studi literatur dan sumber dari perusahaan
3	Redisain	Redisain	sumber dari perusahaan
4	Persewaan karoseri	Persewaan karoseri	sumber dari perusahaan & Shih & Chou, 2010

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel awal tentang kebutuhan masing-masing aktor didapat dari studi literatur dan studi lapangan. Selanjutnya dilakukan diskusi dengan pihak manajemen perusahaan untuk mendapatkan



variabel yang sesuai. Variabel-variabel yang sudah divalidasi akan digunakan dalam kuisioner, dan dilakukan penyebaran kuisioner pada pihak pelanggan.

Data pelanggan perusahaan A area Surabaya dan Sidoarjo berjumlah 27 pelanggan. Dari 27 pelanggan, dipilih 9 pelanggan sebagai responden *lead-user*. Data pelanggan perusahaan B area Surabaya dan Sidoarjo berjumlah 10 pelanggan, dan dipilih 5 pelanggan sebagai responden *lead-user*. Responden adalah pelanggan aktif dari kedua perusahaan. Sedangkan responden dari pihak perusahaan merupakan pimpinan perusahaan dan perwakilan bagian yang berhubungan dengan pelanggan.

Setelah tahap identifikasi dan pengumpulan kebutuhan selesai, selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat kepentingan kebutuhan pelanggan dengan metode F-AHP. F-AHP digunakan karena dapat digunakan untuk menangani masalah yang cukup kompleks (Duru dkk., 2011). Pendekatan *fuzzy* pada metode AHP dapat mengatasi kesamaran dan subjektivitas sehingga dapat dihasilkan pembobotan yang objektif (Batuhan, 2013). Dibawah ini adalah hasil proses F-AHP dari kebutuhan pelanggan dan pihak perusahaan A dan B.

**Tabel 5. Bobot FAHP multi-aktor pada Perusahaan A**

No	Nama Variabel Keb. Pelanggan	Bobot	Rangking	Nama Variabel Keb. Perusahaan A	Bobot	Rangking
1	1. HKT_harga karoseri yang terjangkau	0.077	6	1. KTB_kualitas dan ketersediaan bahan baku yang baik dan tepat waktu	0.088	4
2	2. DIK_desain inovatif dalam hal model karoseri terdapat tambahan komponen dll	0.079	5	2. HP_harga pasaran yang sesuai dengan produk	0.093	2
3	3a. KTKL_kuat, tahan terhadap kondisi lingkungan dan cuaca	0.112	2	3. KKP_kesetiaan konsumen terhadap produsen	0.081	7
4	3b. UKP_umur karoseri yang panjang	0.120	1	4. PM_perawatan yang mudah	0.075	10
5	3c. MR_Maintenance yang rendah	0.105	3	5. PYM_pengoperasian yang mudah	0.069	11
6	4a. BKK_bahan untuk karoseri dapat diolah kembali	0.067	12	6. SB_selalu berinovasi	0.091	3
7	4b. BKL_bahan untuk karoseri tidak mencemari lingkungan	0.074	9	7. RPK_resiko persewaan produk sesuai kerusakan	0.084	5
8	5a. PBK_pelayanan yang baik pada saat pembelian karoseri	0.076	7	8. AHP_adanya hubungan yang komunikatif antara perusahaan, pelanggan dan <i>partner</i>	0.108	1
9	5b. PKP_pelayanan yang baik pada saat menjual karoseri ke pihak perusahaan	0.065	8	9. KM_kemudahan dalam mengelola keuangan	0.069	12
10	5c. KPP_kecepatan dalam pelayanan informasi dan pembelian untuk pelanggan	0.072	11	10. HM_harga material dan peralatan yang terjangkau	0.079	9
11	6. MPK_model karoseri sesuai permintaan konsumen	0.080	4	11. KPB_kualitas peratan yang baik	0.083	8
12	7. KM_karoseri mudah digunakan	0.074	10	12. MPB_memiliki daya tahan produk yang baik	0.080	8

Sumber: pengolahan data, 2016

Pada tabel 5 di atas menunjukkan tingkat prioritas utama kebutuhan pelanggan sebagai acuan untuk pemenuhan kebutuhan pelanggan yaitu pada variabel keandalan produk (ketahanan karoseri, umur karoseri yang panjang, dan perawatan karoseri yang rendah). Kebutuhan perusahaan yang diprioritaskan lebih utama adalah variabel hubungan komunikatif pada pelanggan dan perusahaan, harga yang sesuai, dan selalu berinovasi.

**Tabel 6. Bobot FAHP multi-aktor Perusahaan B**

No	Nama Variabel Keb. Pelanggan	Bobot	Rangking	Nama Variabel Keb. Perusahaan B	Bobot	Rangking
----	------------------------------	-------	----------	---------------------------------	-------	----------

1	1. HKT_harga karoseri yang terjangkau	0.088	7	1. KKBB_kualitas dan ketersediaan bahan baku yang baik dan tepat waktu	0.190	2
2	2a. KTKL_kuat, tahan terhadap konsisi lingkungan dan cuaca	0.256	1	2. HPP_harga pasaran yang sesuai dengan produk	0.072	6
3	2b. UKP_umur Karoseri yang panjang	0.220	2	3. KKP_kesetiaan konsumen terhadap produsen	0.208	1
4	3. BKK_bahan untuk karoseri dapat diolah kembali	0.141	3	4. PM_perawatan yang mudah	0.171	3
5	4a. PPK_pelayanan yang baik pada saat pembelian karoseri	0.097	5	5. RPP_resiko persewaan produk sesuai kerusakan	0.062	7
6	4b. KPP_kecepatan dalam pelayanan informasi dan pembelian untuk pelanggan	0.093	6	6. HMP_harga material dan peralatan yang terjangkau	0.138	5
7	5. MPK_model karoseri sesuai permintaan konsumen	0.105	4	7. MDP_memiliki daya tahan produk yang baik	0.159	4

Sumber: pengolahan data, 2016

Pada tabel 6 diatas menampilkan tingkat prioritas utama kebutuhan pelanggan sebagai acuan untuk pemenuhan kebutuhan pelanggan yaitu pada variabel keandalan produk (ketahanan karoseri, umur karoseri yang panjang, dan perawatan karoseri yang rendah). Sedangkan kebutuhan perusahaan yang diprioritaskan lebih utama adalah variabel kesetiaan konsumen, kualitas dan ketersediaan bahan, dan perawatan yang mudah.

Dalam penelitian ini terdapat pengembangan strategi PSS, yaitu persewaan karoseri dan *buy back* karoseri. Sebelum strategi diterapkan, terlebih dahulu untuk mengambil pendapat dari pelanggan perusahaan (pihak manajemen/ pihak yang menangani kendaraan/ *expert*) dengan survei, wawancara, dan pengisian kuisioner yang sudah dirancang secara konsep PSS.

**Tabel 7. Perbandingan dua perusahaan dari sisi studi pendahuluan, pelanggan, dan tingkat prioritas**

No	Perusahaan (multi-actor)	Perbandingan	Variabel perbandingan
1	Perusahaan A	Studi pendahuluan	Pengurangan bahan, kemudahan pembuangan limbah, nilai tambah, dan optimasi penggunaan (tidak disetujui dari pihak pelanggan dan perusahaan)
		Prioritas kebutuhan pelanggan	Keandalan produk (Umur karoseri panjang, ketahanan karoseri, dan perawatan yang rendah)
		Prioritas kebutuhan perusahaan	Hubungan baik pelanggan dan perusahaan, harga sesuai pasar, dan selalu berinovasi
		Strategi PSS	<i>Buy back</i> dan persewaan
2	Perusahaan B	Studi pendahuluan	Desain inovatif, perawatan rendah, bahan tidak mencemari lingkungan, kemudahan membuang limbah, pelayanan <i>buy back</i> , nilai tambah, kemudahan penggunaan, dan optimasi penggunaan (tidak disetujui dari pihak pelanggan dan perusahaan)
		Prioritas kebutuhan pelanggan	Keandalan produk (ketahanan karoseri, umur panjang, dan perawatan rendah)
		Prioritas kebutuhan perusahaan	Kesetiaan pelanggan, kualitas dan ketersediaan bahan, dan perawatan yang mudah
		Strategi PSS	Persewaan karoseri

Sumber: wawancara dan pengolahan data, 2016

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada perbandingan studi pendahuluan terdapat perbedaan, hal ini karena terdapat perbedaan pada sisi produk, dan bahan. Pada tingkat prioritas kebutuhan pelanggan menunjukkan kesamaan dalam hal keandalan produk, karena produk yang dipakai sama-sama untuk alat transportasi distribusi produk. Kebutuhan perusahaan menunjukkan perbedaan pada sisi teknis perawatan yang mudah, harga produk, selalu berinovasi dan kesamaan dalam hal mengutamakan dan hubungan yang baik pada pelanggan. Strategi PSS terdapat perbedaan dan kesamaan pada perusahaan A lebih pada *buy back* dan persewaan, sedangkan perusahaan B lebih pada persewaan. Pada

perusahaan B tidak menggunakan *buy back* karena dirasa bahan baku memiliki ketahanan dan umur yang panjang dan kesamaan dalam hal sewa, karena dua perusahaan merasa memiliki jasa baru, bisa mengurangi biaya produksi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa dengan metode FAHP dapat diketahui prioritas kebutuhan multi-aktor dalam proses pengembangan model bisnis PSS pada perusahaan manufaktur, khususnya perusahaan karoseri. Pada perusahaan A kebutuhan pelanggan yang diprioritaskan adalah dari sisi keandalan produk (ketahanan, umur, dan *maintenance* rendah). Kebutuhan perusahaan yang diprioritaskan adalah dari sisi hubungan yang komunikatif antara perusahaan\_pelanggan\_dan perusahaan *partner*, harga sesuai pasar, dan selalu berinovasi. Sedangkan pada perusahaan B kebutuhan pelanggan yang diprioritaskan adalah dari sisi keandalan produk (ketahanan dan umur produk), dan bahan dapat diolah kembali. Kebutuhan perusahaan yang diprioritaskan adalah dari sisi kesetiaan pelanggan, kualitas dan ketersediaan bahan baku, dan perawatan yang mudah. Perbandingan penerapan strategi PSS pada dua perusahaan karoseri adalah: dilihat dari perbandingan pelanggan B2B pada perusahaan A dan B, terdapat kesamaan dan perbedaan dalam hal pemilihan strategi PSS. Pelanggan perusahaan A memilih *buy back* dan sewa, karena dirasa dapat mengurangi biaya operasional. Pelanggan perusahaan B memilih sewa, karena selain dirasa bisa mengurangi biaya operasional juga bisa mempercepat penggunaan karoseri yang masih dalam proses produksi. Perusahaan B tidak melakukan penerapan *buy back* karena berbeda tipe produk dan bahan.

Pada penelitian ini, kebutuhan aktor yang dievaluasi hanyalah pelanggan multi-segmen (B2B dan B2C) dan perusahaan. Untuk penelitian lebih lanjut, dapat dilakukan analisis lebih lanjut pada kebutuhan aktor yang lain, seperti *supplier*, perusahaan leasing dan *service provider*). Hasil dari analisis kebutuhan ini dapat digunakan dalam proses pengembangan model bisnis PSS yang sesuai bagi kebutuhan multi-aktor sehingga dapat mendukung kesuksesan proses adopsi model bisnis baru ini bagi perusahaan manufaktur.

## PUSTAKA

- Batuhan, M. (2013). "A Fuzzy AHP Approach For Supplier Selection Problem: A Case Study in A Gearmotor Company," *International Journal of Managing Value ang Supply Chains Vol.4*, 11-23.
- Duru, O. Sheng, T H. Emrah, B. Shigeru, Y. (2011). "Multi-layer quality function deployment (QFD) approach for improving the compromised quality satisfaction under the agency problem: A 3D QFD design for the asset selection problem in the shipping industry. Springe," *Quality and Quantity*, Vol. 47 (4), pp. 2259-2280.
- Elveny, M. Rahmadsyah. (2014). "Analisis metode *fuzzy analytic hierarchy Process* (fahp) dalam menentukan Posisi jabatan," *TECHSI Vol 4. Nomor 1 2014 : Jurnal Penelitian Teknik Informatika*.
- Geum, Y dan Yongtae, P. (2011). "Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach," *Journal of Cleaner Production* 19 (2011) 1601-1614.
- Hossain, M F. Adnan, Z H. Hasin, M A A. (2014). "Improvement in Weighting Assignment Process in Analytic Hierarchy Process by Introducing Suggestion Matrix and Likert Scale," *International Journal of Supply Chain Management*. Vol. 3, No. 4, December 2014.
- Kimita, K. Yoshiki, S. (2014). "Development of the Design Guideline for Product-service Systems," *Procedia CIRP* 16 ( 2014 ) 344 – 349.
- Kotler dan Armstrong. (2008). *Prinsip-prinsip Pemasaran. Jilid 1 dan 2*. Edisi 12. Jakarta: Erlangga.
- Manzini, E. Carlo, V. (2015). *Product Service Systems and Sustainability, Opportunities for Sustainable Solutions*. UNEP. Nairobi, Kenya.
- Muto, K. Koji, K Yoshiki, S. (2015). "Guideline for Product-Service-Systems Design Process," *Procedia CIRP* 30 ( 2015 ) 60 – 65.
- Nemoto, Y. Kentaro, U. Takashi, F. Satoshi, M. Yoshiki, S. (2014). "Strategic Thinking in EDIPS: Edutainment for Designing Integrated Product-service System," *Procedia CIRP*. vol 16, Pages 92-97.
- Reim, W. Vinit, P. Daniel, O. (2014). "Product Service Systems (PSS) business models and tactics a systematic literature review," *Journal of Cleaner Production* (2014) 1-15.
- Schenkl, P A. Christian, R, Markus, M. (2014). "Literature study on factors influencing the market acceptance of PSS," *Procedia CIRP* 16 (2014) 98 – 103.

- Somsuk, N. Laosirihongthong, T. (2014). "A Fuzzy AHP To Prioritize Enabling Factors For Strategic Management Of University Business Incubators: Resource-Based View," *Technological Forecasting & Social Change* 85 (2014) 198–210.
- Surjani, Rosita Meitha. Udisubakti Ciptomulyono. Maria Anityasari. (2015). "Collaborative Design of Product-Service System with Multi-Segment: Framework and Model," *Proceeding of The 10<sup>th</sup> International Conference on Advance Science and Technology (ICAST)*.
- Tan, A R. Tim C M. Catherine, G. (2007). "Product/Service-System Development – An Explorative Case Study In A Manufacturing Company," *International Conference On Engineering Design, Iced'07. ICED'07/334*.
- Yuliandra, B. Agu, S. Rika, A H. (2013). "Antara Desain Dan *Product-Service Systems*: Suatu Tinjauan Literatur," *Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 12 No. 1, April 2013:335-342*.
- Yuliandra, B dan Adlina, S H. (2014). "Pengembangan *framework* untuk menentukan jasa purna jual yang akan ditawarkan sebagai pendukung dalam proses transisi menuju *product service system*," *Seminar Nasional Teknik Industri BKSTI 2014*.
- Zarei, M. Fakhrzad, M B. Paghaleh, M J. (2010). "Food Supply Chain Leanness Using a Developed QFD Model," *Journal of Food Engineering, 102 15-33*.

## OPTIMASI JUMLAH TENAGA KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMPLEKS PADA INDUSTRI MANUFAKTUR

Laga Adiyosakti<sup>1</sup>, Susy Susmartini<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami No 36A, Surakarta 57126, Indonesia

Telp. (0271) 646994

E-mail: laga.adiyosakti@gmail.com

### ABSTRAK

Tenaga kerja pada industri manufaktur merupakan roda penggerak utama bagi keberlangsungan perusahaan. Namun jika jumlah tenaga kerja tidak direncanakan dengan baik maka akan memberikan efek yang merugikan bagi keberlangsungan perusahaan ke depannya. PT. X yang bergerak di bidang manufaktur, memiliki permasalahan dalam pengalokasian tenaga kerja pada salah satu stasiun produksinya. Stasiun produksi yang dimaksud adalah stasiun produksi pencetakan. Stasiun produksi ini memiliki jumlah line sebanyak 7 line, namun penelitian ini difokuskan ke dalam 4 line terbesar, yaitu line AA, line Z, line H, dan line I. Pada keempat line tersebut memproduksi komponen yang berbeda beda dan tiap komponen yang diproduksi membutuhkan jumlah alokasi tenaga kerja yang tidak sama. Tenaga kerja yang dialokasikan ke empat line tersebut adalah, line AA (10), line Z (8), line H (15), dan line I (8). Jenis proses produksi yang digunakan pada keempat line ini adalah *fix time flexible quantity*. Namun, pada keempat line tersebut masih terdapat aktifitas *lend and borrowing* tenaga kerja yang menyebabkan waktu produksi terpotong sebanyak 30 menit. Oleh karena itu, pengoptimalan alokasi tenaga kerja perlu dilakukan. Perhitungan menggunakan metode simpleks dengan menggunakan peranti lunak LiPS. Hasil pengolahan menghasilkan total alokasi tenaga kerja sebesar 35 pekerja dari total alokasi awal sebesar 41 pekerja.

**Kata Kunci:** manufaktur; metode simpleks; optimasi.

### 1. PENDAHULUAN

Pada industri manufaktur tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi daya saing perusahaan. Namun perusahaan tidak dapat menggunakan tenaga kerja dengan jumlah yang terlalu banyak ataupun terlalu sedikit. Perusahaan haruslah memiliki jumlah tenaga kerja yang optimal, sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan pada suatu lini produksinya.

Pengoptimalan jumlah tenaga kerja pada suatu lini produksi sangatlah penting. Lini produksi yang memiliki jumlah tenaga kerja yang jauh melebihi dari jumlah yang dibutuhkan hanya akan mengakibatkan meningkatnya waktu menganggur bagi pekerja, yang nantinya akan meningkatkan biaya tenaga kerja bagi perusahaan. Sebaliknya jika jumlah tenaga kerja terlalu sedikit maka akan mengakibatkan menurunnya tingkat produktivitas suatu perusahaan dikarenakan jumlah tenaga kerja yang kurang memadai.

PT.X merupakan salah satu penghasil kendaraan bermotor terbesar di Indonesia. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur. PT. X memiliki banyak stasiun produksi salah satunya adalah stasiun produksi pencetakan. Pada stasiun produksi ini fokus pada proses pengepresan bahan material mentah. Proses produksi yang digunakan adalah proses produksi *fix time flexible quantity*, yang di mana waktu produksi telah ditentukan namun untuk kuantitas bagian yang dibuat dapat berubah ubah sesuai dengan kartu produksi yang diberikan. Stasiun produksi ini memiliki jumlah line sebanyak 7 line, namun pada penelitian ini hanya difokuskan pada 4 line saja yaitu line AA, line Z, line H dan line I. Hal ini dilakukan karena line AA, line Z, line H dan line I merupakan line utama yang ada di stasiun produksi pencetakan. Pada setiap line menghasilkan komponen yang berbeda beda dengan jumlah minimal tenaga kerja yang berbeda untuk tiap komponen yang dibentuk.

Pada semua line yang ada di stasiun produksi pencetakan ini mengalokasikan jumlah tenaga kerja sesuai dengan jumlah maksimal penggunaan tenaga kerja pada tiap line tersebut. Pada line AA sebanyak 10 orang tenaga kerja, line Z sebanyak 8 orang tenaga kerja, line H sebanyak 15 orang tenaga kerja, dan line I sebanyak 8 orang tenaga kerja. Pengalokasian ini masih belum optimal karena ternyata masih terdapat tenaga kerja yang menganggur dan terdapatnya aktifitas *lend and borrowing* yang mengakibatkan waktu produksi mundur terpotong 30 menit dari waktu yang telah ditentukan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengoptimalan jumlah tenaga kerja pada lini produksi tersebut agar permasalahan adanya waktu menganggur dan kegiatan *lend and borrowing* dapat diatasi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. METODE SIMPLEKS

Metode Simpleks adalah metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan manajerial yang telah diformulasikan terlebih dahulu ke dalam persamaan matematika program linear yang mempunyai Variabel Keputusan mulai dari lebih besar atau sama dengan 2 (dua) sampai multivariabel.

Sebagai pembanding, Metode Grafik hanya dapat kita gunakan apabila jumlah variable keputusan maksimal 2 (dua) buah. Sehingga dapat juga kita katakan bahwa apabila suatu persoalan Linear Programming dapat kita selesaikan dengan Metode Simpleks. Sebaliknya suatu persoalan yang hanya bisa diselesaikan dengan Metode Simpleks tidak dapat kita selesaikan dengan Metode Grafik.

Dalam metode ini, model kita ubah kedalam bentuk suatu tabel, kemudian dilakukan langkah-langkah matematis kedalam tabel tersebut. Langkah-langkah matematis ini pada dasarnya merupakan replikasi proses pemindahan dari suatu titik ekstrim ke titik ekstrim lainnya pada batas daerah solusi. Akan tetapi tidak seperti metode grafik, dimana kita dapat dengan mudah mencari titik terbaik diantara semua titik solusi, metode simpleks bergerak dari satu solusi ke solusi yang lebih baik sampai solusi optimal didapat.

Untuk mencari nilai optimum dengan menggunakan metode simpleks ini dilakukan proses pengulangan (iterasi) dimulai dari penyelesaian dasar awal yang layak (feasible) hingga penyelesaian dasar akhir yang layak di mana nilai dari fungsi tujuan telah optimum. Dalam hal ini proses pengulangan (iterasi) tidak dapat dilakukan lagi.

Terdapat persyaratan untuk memecahkan masalah pemrograman linier dengan menggunakan metode simpleks, yaitu:

1. Semua kendala pertidaksamaan harus dinyatakan sebagai persamaan.
2. Sisi kanan (the right side) dari sebuah kendala tidak boleh ada yang negatif.
3. Nilai kanan (NK/RHS) fungsi tujuan harus nol (0).
4. Semua variabel dibatasi pada nilai-nilai non-negatif.

### 2.2. LINEAR PROGRAM SOLVER

Linear Program Solver (LiPS) adalah peranti lunak optimisasi yang digunakan untuk memecahkan masalah linier, integer dan goal programming. Peranti lunak ini digunakan untuk membantu dalam perhitungan optimasi jumlah tenaga kerja. Fitur utama dari LiPS adalah :

1. LiPS didasarkan pada pelaksanaan efisien dari metode simpleks yang dimodifikasi untuk memecahkan skala permasalahan yang lebih besar.
2. LiPS menyajikan tidak hanya jawaban, namun juga proses solusi masalah yang detail, sehingga dapat digunakan untuk pembelajaran program linier.
3. LiPS memberikan prosedur analisis sensitivitas, yang memungkinkan kita untuk mempelajari perilaku model ketika kita merubah parameternya. Informasi tersebut sangatlah berguna dalam aplikasi praktis dari LP models.
4. LiPS menyajikan metode goal programming, termasuk lexicographic dan weighted GP methods. Metode goal programming ditujukan untuk memecahkan masalah multi-objective optimization.

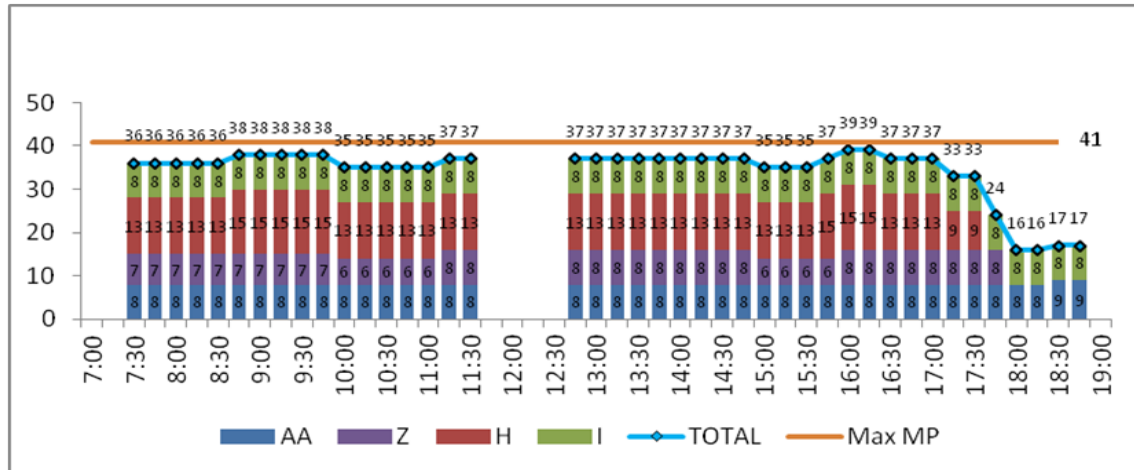
## 3. PENGOLAHAN DATA

Stasiun produksi pencetakan terbagi kedalam 7 line utama, yaitu line AA, line Z, line H dan line I, line B, line C, dan line SH. Penelitian ini fokus ke 4 line terbesar yaitu line AA, line Z, line H dan line I. Pada line AA menggunakan alokasi tenaga kerja sebesar 10 orang pekerja, untuk line Z menggunakan alokasi tenaga kerja sebesar 8 orang pekerja, pada line H menggunakan alokasi tenaga kerja sebesar 15 orang pekerja, dan untuk line I menggunakan alokasi tenaga kerja sebesar 8 orang pekerja. Jumlah keseluruhan pada 4 line tersebut adalah 41 orang pekerja.

Dari hasil pendataan yang didapatkan melalui jadwal produksi pada stasiun pencetakan secara keseluruhan pada setiap waktu produksi terdapat 6 orang pekerja yang memiliki waktu menganggur dan penggunaan tenaga kerja pada setiap waktu produksi tidak merata sehingga mengakibatkan adanya kegiatan *lend and borrowing* pada setiap awal waktu produksi guna memenuhi jumlah minimal penggunaan tenaga kerja.

**Tabel 1. Jumlah alokasi dan penggunaan maksimal tenaga kerja pada tiap line**

Line	Alokasi Tenaga Kerja
AA	10
Z	8
H	15
I	8



**Gambar 1. Grafik penggunaan tenaga kerja**

Dalam setiap komponen yang di produksi pada ke empat *line* yang berada di stasiun produksi pencetakan membutuhkan jumlah tenaga kerja yang berbeda beda. Ini juga adalah alasan kenapa pada setiap awal waktu produksi terjadi kegiatan *lend and borrowing* yang mengakibatkan waktu produksi terganggu. Untuk melakukan pengalokasian tenaga kerja tersebut di atas, perusahaan menggunakan jumlah maksimal tenaga kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi bagian yang dibuat pada tiap lini produksi. Namun keputusan ini mengakibatkan terdapatnya tenaga kerja yang memiliki waktu menganggur. Karena itu perlu dilakukan pencarian nilai optimal alokasi tenaga kerja pada tiap *line* yang ada di stasiun produksi pencetakan.

Berikut merupakan bentuk model matematis dari pengoptimalan yang akan dilakukan pada line AA, sebagai berikut:

Fungsi Tujuan :

Minimalisasi

$$Z = 8 x_1 + 10 x_2 + 8 x_3 + 8 x_4 + 8 x_5 \quad (1)$$

Kumpulan Batasan :

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 40 \quad (2)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 50 \quad (3)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 8 \quad (4)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \leq 10 \quad (5)$$

Dalam perhitungan nilai optimal alokasi tenaga kerja yang dibutuhkan, peneliti menggunakan peranti lunak LiPS yang digunakan hanya untuk membantu dalam perhitungan metode simpleks. Peranti lunak LiPS digunakan karena memiliki fitur yang sesuai dengan kebutuhan peneliti pada saat melakukan pengolahan data.

	X1	X2	X3	X4	X5		RHS
Objective	8	10	8	8	8	->	MIN
Row1	1	1	1	1	1	>=	40
Row2	1	1	1	1	1	<=	50
Lower Bound	8	8	8	8	8		
Upper Bound	10	10	10	10	10		
Type	CONT	CONT	CONT	CONT	CONT		

Gambar 2. Tampilan perhitungan LiPS

Gambar diatas merupakan tampilan potongan antar muka dari peranti lunak LiPS. Pada baris pertama "X<sub>1</sub>," "X<sub>2</sub>," "X<sub>3</sub>" digunakan sebagai penunjuk urutan bagian yang akan diproduksi, karena pada lini produksi pencetakan bagian yang dapat diproduksi berbeda beda dan harus sesuai dengan urutan jadwal produksi. Pada kolom terakhir pada baris kedua "MIN" merupakan arah tujuan optimasi yang dilakukan adalah melakukan minimasi, karena alokasi tenaga kerja yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan jumlah maksimal dari tenaga kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu bagian. Pada baris "Objective" merupakan jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk memproduksi suatu bagian. "Row1" dan "Row2" menunjukkan berapa banyak bagian yang diproduksi dalam satu kali proses pencetakan. Untuk kolom terakhir pada baris kedua dan ketiga menunjukkan jumlah total tenaga kerja untuk satu shift kerja. Dalam gambar ditunjukkan satu shift kerja membentuk lima bagian yang berbeda selama delapan jam kerja. Untuk baris "Lower Bound" menunjukkan batas minimal tenaga kerja yang digunakan pada satu *line* dan "Upper Bound" menunjukkan batas maksimal tenaga kerja yang digunakan pada satu *line*.

Pada hasil akhir pengolahan data menghasilkan nilai optimal alokasi tenaga kerja pada semua *line* sebesar 35 orang pekerja. Dari hasil perhitungan dapat mengurangi jumlah tenaga kerja sebanyak 6 orang pekerja, dari total alokasi 41 orang pekerja menjadi 35 orang pekerja. Dengan rincian pada *line* AA berkurang sebanyak 2 orang pekerja, *line* Z berkurang sebanyak 2 orang pekerja, dan *line* H berkurang sebanyak 2 orang pekerja. Untuk *line* I memiliki jumlah yang tetap sama seperti sebelum dilakukan pengoptimalan.

#### 4. ANALISIS

Berdasarkan dari hasil pengolahan data didapatkan bahwa jumlah tenaga kerja yang terdapat pada stasiun produksi pencetakan pada PT.X dapat dioptimalkan. Alokasi tenaga kerja yang semula berjumlah 41 orang pekerja yang terbagi ke dalam 4 *line* yang berbeda dapat dioptimalkan hingga turun menjadi 35 orang pekerja saja. Pengoptimalan alokasi jumlah tenaga kerja didasarkan pada penggunaan tenaga kerja yang ada di jadwal waktu produksi stasiun produksi pencetakan. Pada *line* AA alokasi tenaga kerja yang diberikan sebesar 8 orang pekerja dapat dioptimalkan hingga 2 orang pekerja sehingga alokasi yang digunakan sekarang menjadi 6 orang pekerja. Untuk *line* Z alokasi awal adalah sebesar 8 orang pekerja turun menjadi 6 orang pekerja. Pada *line* H dari 15 orang pekerja setelah di optimasi menjadi berjumlah 13 orang pekerja. Sedangkan untuk *line* I tidak mengalami perubahan dari alokasi awal sebesar 8 orang pekerja.

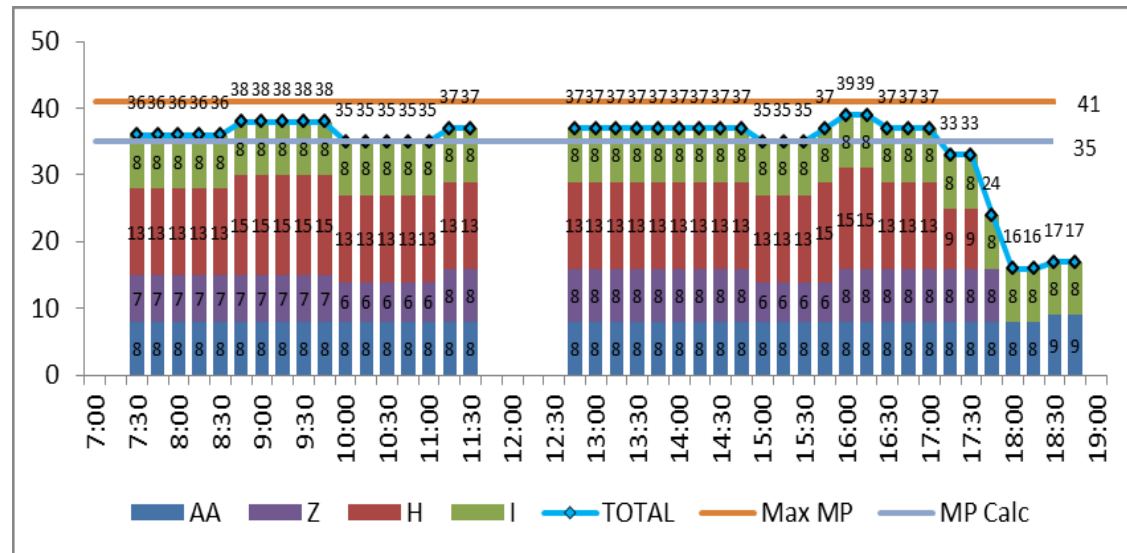
Tabel 2. Jumlah alokasi tenaga kerja sebelum dan sesudah pengoptimalan

Line	Alokasi Tenaga Kerja	
	Sebelum	Sesudah
AA	10	8
Z	8	6
H	15	13
I	8	8
Total	41	35

Pengoptimalan jumlah alokasi tenaga kerja ini dapat mengatasi kegiatan *lend and borrowing* dan waktu menganggur yang timbul pada saat produksi, karena jumlah alokasi tenaga kerja yang telah



sesuai dengan kebutuhan pada tiap *line*. Namun dalam pengoptimalan ini masih perlu dilakukan penyesuaian jadwal produksi untuk menyesuaikan urutan pembuatan pada setiap bagian yang diproduksi pada tiap *line*, dan juga perlu dilakukan pembentukan tim khusus di mana digunakan untuk memenuhi jumlah minimal tenaga kerja untuk memproduksi satu bagian di *line* AA, *line* H, dan *line* Z. Hal ini perlu dilakukan dikarenakan masih terdapat beberapa bagian yang di produksi pada *line* AA, *line* H, dan *line* Z yang memerlukan jumlah tenaga kerja melebihi jumlah alokasi optimal tenaga kerja yang telah dihasilkan dari penelitian ini.



Gambar 3. Grafik penggunaan tenaga kerja

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengoptimalan alokasi jumlah tenaga kerja pada lini produksi pencetakan telah berhasil mengatasi kegiatan *lend and borrowing* dan mengatasi waktu menganggur yang timbul pada saat waktu produksi. Alokasi tenaga kerja dari 41 orang pekerja dapat dioptimasi menjadi 35 orang pekerja. Untuk penelitian kedepannya perlu dilakukan penyesuaian dengan jadwal produksi dan pembentukan tim khusus untuk mengatasi ketidak seragaman jumlah minimal kebutuhan tenaga kerja dalam memproduksi satu bagian stasiun produksi pencetakan.

## PUSTAKA

- n.a. (2015). Sistem Evaluasi Produktivitas dan Peningkatan Produktivitas di Area Kerja (Basic Manual). Jakarta: Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN).  
Susmartini, Susy. (2012). Operation Research : Model Deterministik Teori dan Aplikasi. Surakarta: UNS Press.

## PERANCANGAN ALAT PENIRIS DI STASIUN PENGGORENGAN DAN TOPPING INDUSTRI INTIP DALAM RANGKA MITIGASI RESIKO KERJA

Muhammad Mukhlis Hidayatulloh<sup>1</sup>, Eko Setiawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Surakarta 57162

Telp. (0271) 717417 ext. 3237

E-mail: Eko.Setiawan@ums.ac.id

### ABSTRAK

*Proses penirisan di stasiun penggorengan dan topping di dalam pembuatan intip di wilayah Surakarta masih banyak dilakukan secara manual. Hal ini berujung pada timbulnya resiko kerja pada operator berupa keluhan rasa sakit pada bagian-bagian tubuh mereka serta munculnya resiko kerja oleh adanya ceceran minyak goreng. Penelitian ini bermaksud melakukan mitigasi terhadap resiko kerja tersebut dengan terlebih dahulu mengidentifikasi bagian-bagian tubuh yang sakit, dilanjutkan dengan merancang alat yang lebih ergonomis dan sekaligus dapat mengurangi ceceran minyak goreng. Dari hasil penyebaran Kuesioner Nordic Body Map kepada 17 responden, didapatkan bahwa bagian tubuh yang sering dirasakan sakit adalah punggung sebanyak 8 responden, sedangkan yang mengeluh sangat sakit pada bagian bahu kiri, jari-jari tangan kanan, betis kanan, dan betis kiri sebanyak 6 responden. Dengan menerapkan prinsip-prinsip perancangan yang memerhatikan antropometri manusia, dihasilkan rancangan alat di bagian penggorengan dan topping intip dengan ciri-ciri utama sebagai berikut: (1) pada bagian topping, posisi operator adalah berdiri, dan (2) alat dilengkapi dengan talang yang dapat mengalirkan dan menampung minyak sisa penggorengan.*

**Kata Kunci:** *intip, mitigasi, Nordic Body Map, penggorengan, resiko kerja, topping*

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Intip khas Surakarta adalah makanan ringan yang terbuat dari kerak nasi yang menempel pada dasar kendil. Pembuatan intip dibuat oleh beberapa UKM (Usaha Kecil Menengah) di kota Surakarta. Proses pembuatan intip dapat dikatakan rumit. Berdasarkan pembuatannya intip dibagi menjadi dua yaitu intip asli dan intip buatan. Pembuatan intip asli yaitu didapat dari kerak nasi yang masih menempel pada dasar kendil, dan kerak nasi yang menempel pada kendil ini hanya didapat pada proses penanakan yang masih tradisional, setelah itu intip dijemur dan digoreng. Sedangkan proses pembuatan intip buatan yaitu dengan cara sengaja menempelkan nasi yang masih setengah matang ke kendil kemudian dipanaskan lagi di atas kompor hingga agak kering setelah itu intip bisa diambil, setelah itu proses sama seperti pada proses intip asli yaitu dijemur dan digoreng setelah itu dikasih *topping* atasnya yang sesuai pilihan rasanya yaitu manis dan asin.

Hampir semua aktivitas tersebut dilakukan secara manual dan memerlukan keterlibatan fisik. Berbagai penelitian mengindikasikan bahwa aktivitas fisik berkaitan dengan berbagai keluhan, di antaranya nyeri leher dan nyeri pinggang (Sitthipornvorakul dkk., 2011) dan nyeri bahu (Gutierrez dkk., 2007). Keluhan seperti halnya nyeri pinggang (lihat, misalnya, Punnett dkk., 2005; Buchbinder dkk., 2013; Driscoll dkk., 2014; Farasyin dan Meeusen, 2005; Girish dkk., 2015), nyeri pada otot rangka (lihat, misalnya, Hoy dkk., 2014; March dkk., 2014; Neupane dkk., 2015; Nordander dkk., 2008; Punnett dan Wegman, 2004; Smith dkk., 2014), nyeri pada leher (lihat Bostick dkk., 2009; Christensen dan Knardahl, 2014; Yee dan Kazerooni, 2016, sebaga misal), dan nyeri punggung (lihat, misalnya, Kucera dkk., 2009; Lahiri dkk., 2005; Pincus dkk., 2006) adalah beberapa rasa sakit yang seringkali dikeluhkan oleh operator dengan aktivitas fisik di berbagai jenis pekerjaan. Dalam konteks pekerjaan pembuatan intip, hal ini memiliki makna bahwa aktivitas fisik di dalamnya menyebabkan resiko kerja terhadap operator berupa keluhan rasa sakit pada bagian-bagian tubuh mereka serta munculnya resiko kerja oleh adanya ceceran minyak goreng.

Berdasarkan kondisi tersebut maka diperlukan mitigasi terhadap resiko kerja tersebut. Dalam rangka upaya mitigasi dimaksud di atas, penelitian ini mengusulkan alat yang dapat membantu mengurangi keluhan pekerja pembuat intip dan mengurangi resiko kerja yang diakibatkan oleh banyaknya minyak yang berceceran di sekitar peniris intip. Perancangan alat ini juga memerhatikan faktor ergonomi.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan berikut:

1. Mengetahui bagian-bagian tubuh operator yang dirasa sakit berdasarkan *nordic body map*.
2. Mendesain alat peniris intip yang ergonomis sehingga meminimalkan resiko kerja pada operator.
3. Menghasilkan alat peniris intip yang dapat mengurangi ceceran minyak yang menyebabkan resiko kerja berupa kecelakaan di stasiun kerja penggorengan.

## 2. METODE

### 2.1 Antropometri

Antropometri merupakan pengukuran karakteristik fisik tubuh atau dimensi tubuh yang disesuaikan dengan tubuh pekerja, sehingga dapat didesain peralatan kerja, stasiun kerja dan produk yang disesuaikan dengan tubuh manusia. Menurut (Pulat, 1992) dalam buku Susanti dkk (2015), antropometri berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh termasuk berat dan volume seperti jarak jangkauan tangan ke depan, panjang popliteal, tinggi mata duduk, dan berbagai dimensi tubuh lainnya.

### 2.2 Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut (Wignjosoebroto, 2003). Perancangan untuk seluruh populasi adalah suatu tindakan yang tidak efisien dan akan membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Dengan alasan tersebut, perlu dilakukan penentuan *range* atau segmen tertentu dari ukuran tubuh populasi.

### 2.3 Nordic Body Map (NBM)

*Nordic Body Map* adalah suatu alat ukur ergonomi yang dapat digunakan untuk mengenali sumber keluhan *musculoskeletal*. Dalam *Nordic Body Map* keluhan dibagi menjadi empat tingkatan: tidak sakit, sedikit sakit, sakit dan sangat sakit.

### 2.4 Uji kecukupan data

Uji kecukupan data berguna untuk menghitung banyaknya data yang diperlukan. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dapat diterima sebagai sampel. Kecukupan data dapat dilihat dari nilai  $N$  (data aktual) jika lebih besar dari nilai  $N'$  (data teoritis), jika memenuhi syarat maka berarti data dinilai sudah cukup dan sudah dapat mewakili populasi menurut Sitalaksana dkk (1979).

### 2.5 Uji keseragaman data

Uji keragaman data adalah uji yang berfungsi untuk mengetahui apakah data yang ada masih berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah atau tidak. Jika salah satu atau lebih data berada di luar batas kontrol maka data tidak seragam.

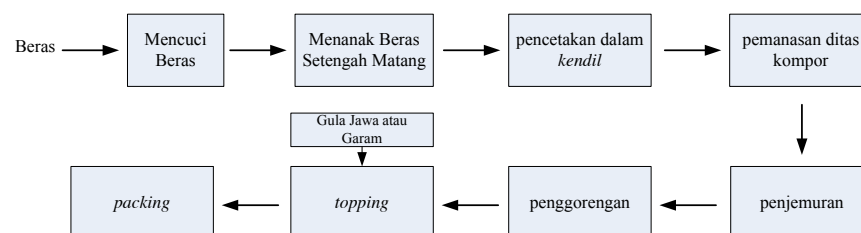
### 2.6 Desain Teknik

Desain teknik merupakan suatu proses untuk mengidentifikasi suatu masalah- masalah yang tidak dapat diselesaikan sebelumnya, atau solusi baru suatu masalah yang telah diselesaikan dengan cara yang berbeda dan lebih efisien. Perancangan teknik digunakan untuk memastikan produk sesuai dengan kebutuhan pasar dan sesuai dengan spesifikasi tetapi tetap dapat diproduksi dengan optimal (Hurst, 1999).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Proses Produksi

Proses pembuatan intip goreng dapat dibagi menjadi beberapa bagian, adapun pembagiannya dapat dilihat dalam *Process Flow Diagram* pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. *Process Flow Diagram* Intip

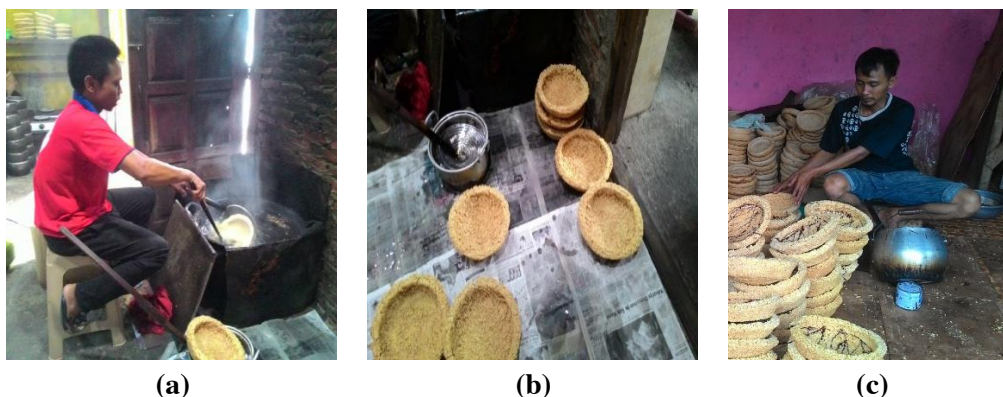
Dari Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa bahan baku yang masuk dalam proses produksi adalah beras. Pencucian beras pada proses ini bertujuan untuk membersihkan beras dari benda-benda asing seperti bulir padi, kulit padi, dan batu kecil. Tahap kedua yaitu menanak beras hingga setengah matang, kemudian beras setengah matang tersebut ditempelkan ke kendil menggunakan centong. Selanjutnya beras setengah matang tersebut dipanaskan lagi di atas kompor hingga agak kering. Proses penjemuran dilakukan di tahap selanjutnya, dan dilakukan untuk mengurangi kadar air, sedemikian hingga intip dapat mengembang dengan baik ketika digoreng. Penggorengan dan pemberian *topping* adalah tahap berikutnya. Topping yang dilakukan setelah proses penggorengan dilakukan dengan menggunakan gula jawa atau garam, disesuaikan dengan pilihan rasa manis atau asin. Terakhir, terhadap intip dilakukan *packing* menggunakan plastik.

### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di beberapa UKM (Usaha Kecil Menengah) intip yang berada di eks-karesidenan Surakarta. Hal ini ditempuh dengan melakukan pengamatan langsung untuk mengetahui proses produksi maupun dengan penyebaran Kuesioner *Nordic Body Map* kepada operator untuk mengetahui bagian mana yang sakit sebagai dampak peralatan yang tidak ergonomis. Pengumpulan data antropometri dilakukan dengan cara melakukan pengukuran secara langsung terhadap operator pada stasiun penggorengan dan stasiun *topping*.

### 3.3 Kondisi Aktual Operator

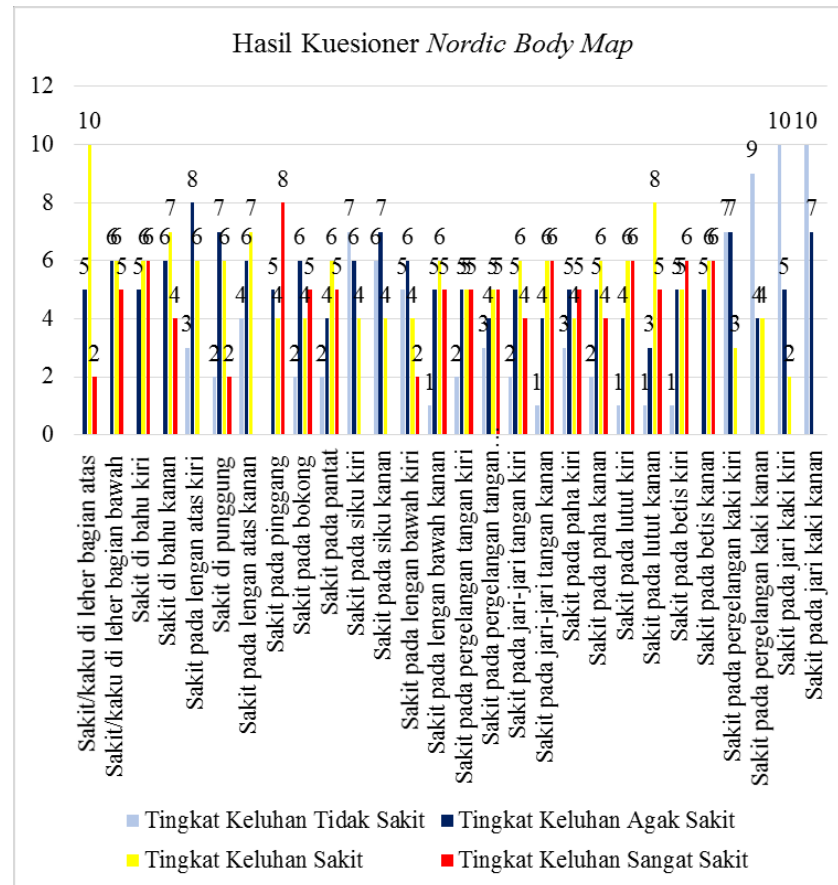
Pada saat sebelum dilakukan perbaikan, operator menggunakan alat-alat yang sederhana yang tidak memerhitungkan aspek ergonomi. Sebagai akibatnya, operator merasa tidak nyaman. Penggunaan alat-alat yang tidak memerhitungkan aspek ergonomi tersebut juga dapat beresiko cidera.



Gambar 2. Kondisi Aktual Stasiun Penggorengan (a), Kondisi Aktual Peniris (b), Kondisi Aktual Stasiun *Topping* (c)

### 3.4 Pengolahan Data Kuesioner NBM

Hasil penyebaran kuesioner NBM di bagian penggorengan dan *topping* dapat dilihat di Gambar 3. Dari Gambar 3 tersebut dapat diketahui bahwa bagian yang paling sering dikeluhkan sangat sakit oleh operator adalah pada bagian pinggang, dilanjutkan dengan bahu kiri, jari-jari tangan kanan, betis kanan, dan betis kiri. Hasil NBM tersebut digunakan sebagai acuan untuk membuat desain yang mengurangi keluhan yang dirasakan oleh operator.



**Gambar 3. Hasil Kuesioner NBM**

### 3.5 Pengolahan Data Antropometri

Data antropometri adalah data yang digunakan untuk menentukan ukuran dari desain alat, dan ukuran-ukuran tersebut didasarkan pada ukuran dimensi tubuh manusia. Data antropometri yang diperoleh merupakan hasil pengukuran dimensi tubuh operator. Berikut ini adalah bagian tubuh yang digunakan untuk ukuran desain alat.

1. Tinggi Siku Berdiri (TSB)  
Dimensi tinggi siku berdiri diukur dari lantai hingga siku dalam posisi berdiri tegak, dimensi ini digunakan untuk menentukan tinggi meja pada bagian *topping*.
2. Tinggi Siku Duduk (TSD)  
Tinggi siku duduk merupakan dimensi yang diukur dari alas duduk hingga siku dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk menentukan tinggi penggorengan intip.
3. Rentang Tangan (RT)  
Dimensi rentang tangan diukur dari ujung jari tangan kanan hingga tangan kiri dengan posisi tangan direntangkan baik pada posisi tubuh berdiri maupun duduk. Dimensi rentang tangan digunakan untuk menentukan panjang meja *topping*.
4. Jangkauan Tangan (JT)  
Jangkauan tangan diukur dengan cara mengukur jarak horisontal dari punggung samping ujung jari tengah dan subjek berdiri, pantat dan punggung merapat ke bidang datar, tangan direntangkan secara horisontal ke depan. Dimensi jangkauan tangan digunakan untuk menentukan lebar meja *topping*.
5. Lebar Bahu (LB)  
Lebar bahu dilakukan pengukuran dengan cara mengukur jarak horisontal antara kedua lengan dan subjek duduk tegak dengan lengan merapat ke badan. Dimensi lebar bahu digunakan untuk menentukan lebar sandaran kursi pada penggorengan.
6. Tinggi Popliteal (TPO)

Tinggi popliteal didapat dengan cara mengukur jarak vertikal dari lantai sampai bagian bawah paha. Dimensi tinggi popliteal digunakan untuk tinggi kursi pada penggorengan dan tinggi penggorengan dengan menambah tinggi siku duduk.

7. Tinggi Bahu Duduk (TBD)  
Dimensi tinggi bahu duduk di ukur dari jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai dengan bahu pada saat operator duduk tegak. Tinggi bahu duduk dimensinya digunakan untuk menentukan tinggi samdaran operator penggorengan.
8. Panjang popliteal (PPO)  
Dimensi Panjang Popliteal dengan mengukur subjek duduk tegak dan ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam. Panjang popliteal digunakan untuk menentukan panjang permukaan tempat duduk yang digunakan operator penggorengan.

Semua dimensi diatas digunakan untuk menentukan ukuran desain alat yang akan dirancang, sedemikian hingga alat sesuai dengan ukuran tubuh operator yang menggunakan alat dimaksud.

### 3.6 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan nilai rata-rata  $\bar{X}$   

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$= \frac{857}{35}$$

$$= 24,48$$
2. Menghitung nilai standar deviasi  

$$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(21-24,48)^2 + (18-24,48)^2 + \dots + (19-24,48)^2}{35-1}}$$

$$= 3,28$$
3. Menghitung nilai batas kontrol atas  

$$BKA = \bar{X} + k (s)$$

$$= 24,48 + 2 (3,28)$$

$$= 31,04$$
4. Menghitung nilai batas kontrol bawah  

$$BKB = \bar{X} - k (s)$$

$$= 24,48 - 2 (3,28)$$

$$= 17,94$$

Adapun rekapitulasi perhitungan uji keseragaman data untuk semua dimensi antropometri yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rekapitulasi Uji Keseragaman Data**

No	Dimensi	Jumlah	Rata-rata	Standev	BKA	BKB	Keterangan
1	TSD	857	24,48	3,27	31,03	17,93	Seragam
2	TSB	3968	113,37	6,84	127,06	99,67	Seragam
3	RT	5968	170,51	2,71	175,94	165,08	Seragam
4	JT	2425	69,28	3,27	75,83	62,73	Seragam
5	TPO	1414	40,4	1,92	44,25	36,54	Seragam
6	LB	1386	39,6	1,28	42,17	37,02	Seragam
7	TBD	2235	63,85	1,59	67,04	60,67	Seragam
8	PPO	1545	44,14	3,65	51,45	36,83	Seragam

Tabel 1 memberikan kesimpulan bahwa data dapat dinyatakan seragam.

### 3.7 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan sebagai dasar analisis sudah representatif. Sebelum dilakukan uji kecukupan data harus ditentukan dahulu drajat kebebasan  $s = 0,05$  dan ditentukan tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan  $k = 2$  bertujuan untuk menunjukan besarnya keyakinan peneliti akan data antropometri, dapat diartikan juga rata-rata data hasil pengukuran diperbolehkan penyimpangan sebesar 5%. Adapun perhitungan uji kecukupan data untuk masing-masing dimensi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data**

No	Dimensi	N	N'	Keterangan	No	Dimensi	N	N'	Keterangan
1	TSD	35	27,81	Cukup	5	TPO	35	3,54	Cukup
2	TSB	35	5,67	Cukup	6	LB	35	1,64	Cukup
3	RT	35	0,39	Cukup	7	TBD	35	0,97	Cukup
4	JT	35	3,48	Cukup	8	PPO	35	10,66	Cukup

Tabel 2 menunjukan bahwa  $N' < N$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa data terkumpul telah memenuhi syarat kecukupan data.

### 3.8 Perhitungan Persentil

Persentil adalah sesuatu yang menyatakan presentase manusia dalam populasi pada nilai ukuran tertentu atau lebih rendah yang memiliki dimensi tubuh. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan persentil adapun perhitungannya adalah sebagai berikut, dengan hasil disajikan di Tabel 3.

1. Persentil 5

$$\begin{aligned}\text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1,645 \times \\ &= 24,48 - (1,645 \times 3,28) \\ &= 24,48 - 5,3956 \\ &= 19,10\end{aligned}$$

2. Persentil 50

$$\begin{aligned}\text{Persentil 50} &= \bar{X} \\ &= 24,48\end{aligned}$$

3. Persentil 95

$$\begin{aligned}\text{Persentil 95} &= \bar{X} + 1,645 \times \\ &= 24,48 + (1,645 \times 3,28) \\ &= 24,48 + 5,3956 \\ &= 29,87\end{aligned}$$

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Persentil**

No	Dimensi	Persentil (CM)		
		5th	50th	95th
1	TSD	19,10	24,49	29,87
2	TSB	102,11	113,37	124,64
3	RT	166,05	170,51	174,98
4	JT	63,89	69,29	74,68
5	TPO	37,23	40,40	43,57
6	LB	37,48	39,60	41,72
7	TBD	61,24	63,86	66,48
8	PPO	38,13	44,14	50,16

### 3.9 Analisa Data Antropometri

Untuk memperbaiki kondisi stasiun penggorengan dan *topping* pada pembuatan intip diperlukan adanya perbaikan alat-alat pada stasiun tersebut. Perbaikan dilakukan dengan cara merancang alat-alat baru yang memenuhi antropometri responden. Dari hasil perhitungan yang sebelumnya dapat diketahui bahwa pengolahan data antropometri untuk semua perhitungan baik uji kecukupan maupun uji keseragaman telah memenuhi syarat dapat untuk digunakan untuk perancangan. Penggunaan ukuran persentil yang digunakan pada masing-masing dimensi berbeda-beda berdasarkan kegunaannya. Uraian kegunaan antropometri berdasarkan kegunaannya dapat dilihat di Tabel 4.

**Tabel 4. Data Antropometri Tubuh dan Dimensi benda**

No	Dimensi Tubuh	Dimensi benda	Data Persentil (CM)		
			5th	50th	95th
1	Tinggi siku berdiri (TSB)	Tinggi meja bagian <i>topping</i>	<b>102,10</b>	113,37	124,63
2	Tinggi Siku Duduk (TSD)	Tinggi penggorengan intip	19,09	<b>24,48</b>	29,87
3	Rentang Tangan (RT)	Panjang meja <i>topping</i>	<b>166,04</b>	170,51	174,98
4	Jangkauan Tangan (JT)	Lebar meja <i>topping</i>	<b>63,89</b>	69,28	74,67
5	Lebar Bahu (LB)	Lebar sandaran kursi	37,48	39,60	<b>41,71</b>

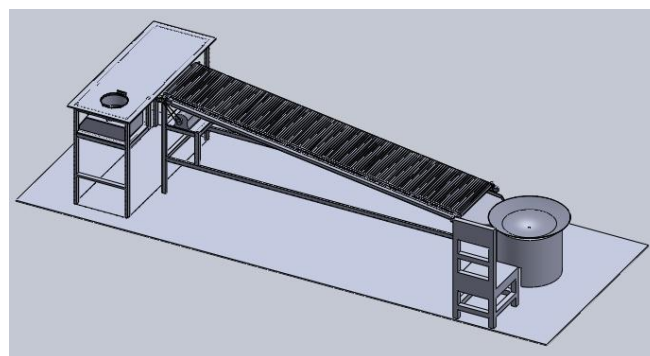
No	Dimensi Tubuh	Dimensi benda	Data Perasentil (CM)		
			5th	50th	95th
6	Tinggi Popliteal (TPO)	Tinggi kursi pada penggorengan + tinggi penggorengan	37,22	<b>40,40</b>	43,57
7	Tinggi Bahu Duduk (TBD)	Tinggi sandaran kursi	61,23	<b>63,85</b>	66,47
8	Panjang popliteal (PPO)	Panjang permukaan kursi	38,12	<b>44,14</b>	50,15

Dari Tabel 4 dapat diketahui persentil yang digunakan yaitu yang telah dicetak tebal pada kolom persentil, dan dapat diketahui juga persentil yang digunakan juga tidak sama. Alasan dari digunakannya persentil tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Tinggi Siku Berdiri (TSB)  
Persentil yang digunakan dimensi tinggi siku berdiri untuk menentukan tinggi meja *topping* ini menggunakan persentil 5 karena agar tidak terlalu tinggi untuk operator yang berbadan kecil.
2. Tinggi Siku Duduk (TSD)  
Persentil yang digunakan pada tinggi siku duduk untuk menentukan tinggi penggorengan ini adalah persentil 50 agar tinggi penggorengan tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi.
3. Rentang Tangan (RT)  
Persentil yang digunakan untuk dimensi rentang tangan, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan panjang meja *topping*, ini adalah persentil 5 agar panjang meja *topping* tidak terlalu panjang untuk operator yang berbadan kecil.
4. Jangkauan Tangan (JT)  
Dimensi jangkauan tangan digunakan untuk menentukan lebar meja *topping*. Persentil yang digunakan untuk dimensi rentang tangan adalah persentil 5 agar meja *topping* tidak terlalu lebar untuk operator yang berbadan kecil.
5. Lebar Bahu (LB)  
Dimensi lebar bahu digunakan untuk menentukan lebar sandaran kursi pada penggorengan, dan persentil yang digunakan pada dimensi ini adalah persentil 95. Dengan persentil ini, operator yang memiliki badan besar diharapkan tetap nyaman dalam menggunakan kursi.
6. Tinggi Popliteal (TPO)  
Dimensi tinggi popliteal digunakan untuk tinggi kursi pada penggorengan dan tinggi penggorengan dengan menambah tinggi siku duduk. Persentil yang digunakan pada dimensi tinggi popliteal ini adalah persentil 50 agar kursi tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi.
7. Tinggi Bahu Duduk (TBD)  
Dimensi tinggi bahu duduk digunakan untuk menentukan tinggi sandaran operator penggorengan. Penggunaan persentil 50 dimaksudkan agar sandaran operator penggorengan tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi.
8. Panjang popliteal (PPO)  
Dimensi Panjang popliteal digunakan untuk menentukan panjang permukaan tempat duduk yang digunakan oleh operator penggorengan. Penggunaan persentil 50 dimaksudkan agar tempat duduk tidak terlalu panjang dan tidak terlalu pendek bagi operator.

### 3.10 Perancangan Alat Peniris Intip

Alat peniris intip dirancang dengan berdasarkan pada ukuran dan data yang diperoleh. Penampakan 3 dimensi hasil perancangan dapat dilihat di Gambar 4.





#### Gambar 4. Usulan Perancangan Alat Peniris Intip

Sebagaimana terlihat di Gambar 4, usulan alat peniris intip dilengkapi dengan *conveyor* yang dapat mempermudah proses pemindahan intip dari stasiun penggorengan menuju stasiun *topping*.

##### a. Stasiun Penggorengan



Gambar 5. Stasiun Penggorengan Aktual (Kiri) dan Usulan (kanan)

Pada stasiun penggorengan tidak ada alat yang ditambahkan, akan tetapi ada perbaikan dalam ukuran alat yang lama. Dalam kondisi aktual dapat dilihat pada Gambar 5 bagian kiri bahwa tempat duduk yang ada tidak dilengkapi dengan sandaran, sehingga pada usulan desain alat kursi dilengkapi dengan sandaran sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5 bagian kanan. Selain itu pada gambar aktual posisi punggung operator agak membungkuk sehingga usulan desain alat ukuran mempertimbangkan antropometri. Dengan demikian diharapkan operator di stasiun penggorengan dapat bekerja lebih nyaman.

##### b. Stasiun *Topping*



Gambar 6. Stasiun *Topping* Aktual (kiri) dan Usulan (kanan)

Pada stasiun *topping* ditambahkan sebuah meja dengan ukuran panjang 170 cm, lebar 650 cm, dan tinggi 102 cm. Desain usulan meja pada stasiun *topping* ini dirancang dengan posisi operator berdiri. Pada desain usulan meja *topping* ini juga dilengkapi dengan tempat kompor dan lubang untuk panci tempat *topping* sehingga pengambilan *topping* dari panci dapat dilakukan dengan lebih mudah.

##### c. *Conveyor*



**Gambar 7. Aktual peniris (kiri) dan Usulan dengan Conveyor (kanan)**

Gambar 7 tersebut adalah gambar desain usulan *conveyor* yang sekaligus berfungsi sebagai peniris intip. Bagian kiri dari Gambar 7 adalah kondisi peniris aktual yang menggunakan koran dan kardus bekas yang diletakkan di lantai. Sedangkan desain usulan peniris baru adalah berupa *conveyor* dengan talang di bagian bawahnya dan dimaksudkan untuk menampung minyak sekaligus mengalirkannya ke penampungan minyak yang terdapat pada ujung *conveyor*. Selain sebagai peniris, *conveyor* tersebut juga berfungsi sebagai alat untuk memindahkan intip dari stasiun penggorengan ke stasiun *topping*.

### 3.11 Rincian Biaya

Dalam perhitungan rincian biaya ini diasumsikan bahwa pengerjaan pengelasan dan *finishing* telah mencakup berbagai pelengkapannya, seperti tenaga kerja, bahan baku, listrik, dan lain lain. Adapun rincian estimasi biaya yang dibutuhkan dalam perancangan peniris intip ini adalah sebagai berikut.

Biaya Bahan Baku	Rp 2.414.500,00
Biaya Tenaga kerja	Rp 700.000,00
Jumlah	<u>Rp 3.114.500,00</u>

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan langkah-langkah penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Dari penyebaran kuesioner NBM, keluhan sakit yang paling banyak dirasakan oleh operator adalah pada bagian pinggang.
2. Penerapan data antropometri pada usulan desain alat peniris intip yang mengurangi resiko kerja menghasilkan perbaikan posisi kerja operator di stasiun *topping* dari posisi sebelumnya sedikit berjongkok dengan menggunakan kursi kecil, menjadi bekerja dengan posisi berdiri dengan penambahan meja.
3. Penambahan talang ke dalam usulan desain dapat menampung dan mengalirkan minyak sisa penggorengan di stasiun penggorengan, sehingga resiko kerja berupa operator terpeleset dapat dikurangi.

## PUSTAKA

- Bostick, G.P., Ferrari, R., Carroll, L.J., Russell, A.S., Buchbinder, R., Krawciw, D., dan Gross, D.P., 2009. "A population-based survey of beliefs about neck pain from whiplash injury, work-related neck pain, and work-related upper extremity pain", *European Journal of Pain*, Vol. 13, pp. 300-304.
- Buchbinder, R., Blyth, F.M., March, L.M., Brooks, P., Woolf, A.D., dan Hoy, D.G., 2013. "Placing the global burden of low back pain in context", *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, Vol. 27, pp. 575-589.
- Christensen, J.O. dan Knardahl, S., 2014. "Time-course of occupational psychological and social factors as predictors of new-onset and persistent neck pain: A 3-wave prospective study over 4 years", *PAIN*<sup>®</sup>, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2014.03.021>.
- Driscoll, T., Jacklyn, G., Orchard, J., Passmore, E., Vos, T., Freedman, G., Lim, S., dan Punnett, L., 2014. "The global burden of occupationally related low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study", *Ann Rheum Dis*, Vol. 73, pp. 975-981.
- Farasyin, A. dan Meeusen, R., 2005. "The influence of non-specific low back pain on pressure pain thresholds and disability", *European Journal of Pain*, Vol. 9, pp. 375-381.
- Girish, N., Iqbal, R., Khanzode, V., dan De, A., 2015. "Manual material handling and occupational low back disorders: a narrative literature review emphasising maximum acceptable weight of load", *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, Vol. 3, No. 3-4, pp. 376-392.
- Gutierrez, D.D., Thompson, L., Kemp, B., dan Mulroy, S.J., 2007. "The Relationship of shoulder pain intensity to quality of life, physical activity, and community participation in persons with paraplegia", *The Journal of Spinal Cord Medicine*, Vol. 30, Issue 3, pp. 251-255.
- Hoy, D.G., Geere, J.-A., Davatchi, F., Meggitt, B., dan Barrero, L.H., 2014. "A time for action: Opportunities for preventing the growing burden and disability from musculoskeletal conditions in low- and middle- income countries", *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, Vol. 28, pp. 377-393.
- Hurst, K.S., 1999. *Prinsip-prinsip Perancangan Teknik*. Diterjemahkan oleh: Refina Indriasari. Jakarta: Erlangga.
- Kucera, K.L., Lipscomb, H.J., Silverstein, B., dan Cameron, W., 2009. "Predictors of delayed return to work after back injury: a case control analysis of Union Carpenters in Washington State", *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 52, pp. 821-830.
- Lahiri, S., Markkanen, P. dan Levenstein, C., 2005. "The cost effectiveness of occupational health interventions: preventing occupational back pain", *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 48, pp. 515-529.
- March, L., Smith, E.U.R., Hoy, D.G., Cross, M.J., Sanchez-Riera, L., Blyth, F., Buchbinder, R., Vos, T., dan Woolf, A.D., 2014. "Burden of disability due to musculoskeletal (MSK) disorders", *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, Vol. 28, pp. 353-366.
- Neupane, S., Leino-Arjas, P., Nygard, C.-H., Miranda, H., Siukola, A., dan Virtanen, P., 2015. "Does the association between musculoskeletal pain and sickness absence due to musculoskeletal diagnoses depend on biomechanical working conditions?", *Int Arc Occup Environ Health*, Vol. 88, pp. 273-279.
- Nordander, C., Ohlsson, K., Balogh, I., Hansson, G.-A., Axmon, A., Persson, R., dan Skerfving, S., 2008. "Gender differences in workers with identical repetitive industrial tasks: exposure and musculoskeletal disorder", *Int Arc Occup Environ Health*, Vol. 81, pp. 939-947.
- Pincus, T., Vogel, S., Burton, A.K., Santos, R., dan Field, A.P., 2006. "Fear avoidance and prognosis in back pain: a systematic review and synthesis of current evidence", *Arthritis & Rheumatism*, Vol. 54, No. 12, pp. 3999-4010, DOI 10.1002/art.22273.
- Punnett, L., Pruss-Ustun, A., Nelson, D.I., Fingerhut, M.A., Leigh, J., Tak, S., dan Phillips, S., 2005. "Estimating the Global Burden of low back pain attributable to combined occupational exposures", *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 48, pp. 459-469.
- Punnett, L. dan Wegman, D.H., 2004. "Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol. 14, pp. 13-23.
- Sitthipornvorakul, E., Janwantanakul, P., Purepong, N., Pensri, P., dan van der Beek, A.J., 2011. "The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review", *Eur Spine J*, Vol. 20, pp. 677-689.
- Smith, E., Hoy, D.G., Cross, M., Vos, T., Naghavi, M., Buchbinder, R., Woolf, A.D., dan March, L., 2014. "The global burden of other musculoskeletal disorders: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study", *Ann Rheum Dis*, Vol. 0, pp. 1-8.

- Susanti, L., Zadry, H.R., dan Yulindra, B., 2015. *Pengantar Ergonomi Industri*, Andalas University Press, Padang.
- Sutalaksana, I.Z., Anggawisata, R., dan Tjakraatmadja, J.H., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Penerbit ITB.
- Wignjosoebroto, S., 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*, Surabaya: Prima Printing.
- Yee, C.A. dan Kazerooni, H., 2016. "Reducing occupational neck pain with a passive neck orthosis", *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, Vol. 13, No. 1, pp. 403-406.

## **PENENTUAN WAKTU KERJA PROSES PEMBUATAN KERANGKA NICHE SIDE CHAIR (STUDI KASUS: PT. MAZUVO INDO)**

**Hasan Mastrisiswadi<sup>1</sup>, Riski Fadholin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas DIAN Nuswantoro*

*Jl. Nakula I No. 5 Semarang*

*Telp. (024)3555628*

*E-mail: riskifadholin@gmail.com*

### **ABSTRAK**

*PT. MAZUVO INDO merupakan perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) Swiss yang bergerak di bidang industri furniture rattan synthetic. Produk-produk yang dihasilkan dari perusahaan ini hanya dipasarkan di luar negeri. Salah satu produk yang paling diminati adalah produk Niche Side Chair. Proses produksi kursi ini terbagi dalam dua tahapan yaitu framing process dan weaving process. Namun demikian, belum adanya perhitungan waktu kerja (waktu baku, normal dan siklus) untuk pembuatan kursi jenis tersebut berdampak pada kurang akuratnya penentuan lama produksi sehingga mempengaruhi lamanya waktu tunggu pada saat proses produksi dari bagian framing process ke weaving process. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku pada framing process-nya. Pengambilan data menggunakan metode stopwatch time study pada 30 proses sesuai dengan alur produksi untuk 100 buah produk. Dari hasil penelitian dan perhitungan didapatkan waktu baku sebesar 6298,30303 detik atau 105 menit, waktu normal sebesar 3464,066667 detik atau 58 menit, dan waktu siklus sebesar 2969,2 detik atau sebesar 50 menit.*

**Kata Kunci:** *Framing Process; Niche Side Chair; Waktu Baku; Waktu Normal; Waktu Siklus.*

### **1. PENDAHULUAN**

PT. MAZUVO INDO merupakan perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) Swiss yang bergerak di bidang industri furniture rattan synthetic. Produk-produk yang dihasilkan dari perusahaan ini tidak dipasarkan di dalam negeri, melainkan hanya di luar negeri. Salah satu produk yang paling diminati adalah produk *Niche Side Chair* (Gambar 1). Proses produksi *Niche Side Chair* terbagi dalam dua tahapan yaitu *framing process* dan *weaving process*. *Framing process* merupakan proses pembuatan kerangka kursi sedangkan *weaving process* adalah proses penganyamannya. Kedua proses ini merupakan proses yang berurutan. Namun demikian, belum adanya perhitungan waktu kerja (waktu baku, waktu normal dan waktu siklus) berdampak pada kurang akuratnya penentuan lama produksi di *framing process* sehingga berdampak langsung juga terhadap waktu tunggu di *weaving process*.



**Gambar 1.** *Niche Side Chair*

Waktu kerja, terutama waktu baku memiliki peranan yang cukup signifikan dalam suatu proses produksi. Waktu baku dari hasil pengukuran kerja dapat dijadikan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kejadian itu harus berlangsung dan berapa output yang dihasilkan serta jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan

pekerjaan tersebut. Waktu baku sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 2003). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku pada *framing process* pembuatan *Niche Side Chair*.

## 2. PENGUKURAN KERJA

Pengukuran kerja merupakan suatu pengukuran yang dilakukan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan asumsi bahwa standar telah ditetapkan (Schroeder, 1994). Terdapat dua teknik pengukuran waktu kerja, yaitu pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung (Wignjosoebroto, 2003). Pengukuran waktu kerja secara langsung dilaksanakan secara langsung di tempat pekerjaan yang berlangsung dijalankan. Sedangkan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung, dilakukan oleh pengamat yang tidak berada di tempat pekerjaan berlangsung. Pengukuran waktu kerja secara langsung dapat dilakukan dengan dua cara:

### a) Sampling kerja

Adalah suatu teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktifitas kerja dari mesin, proses, atau pekerja. Metode sampling kerja sangat cocok untuk digunakan dalam melakukan pengamatan atas kerja yang sifatnya tidak berulang dan memiliki siklus waktu yang relatif panjang. Pengamatan aktivitas kerja dilakukan untuk selang waktu yang diambil secara acak terhadap salah satu atau lebih mesin/operator dan kemudian mencatatnya apakah mesin/operator dalam keadaan bekerja atau menganggur.

### b) Metode jam henti (stopwatch time study)

Metode ini terutama diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang. Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku yang selanjutnya akan digunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang melakukan pekerjaan yang sama.

Proses pengukuran dan pembakuan waktu dapat menggunakan beberapa macam cara, yaitu menggunakan stopwatch, data waktu baku, data waktu gerakan serta sampling pekerjaan atau work sampling (Wignjosoebroto, 2003). Setiap cara pengukuran sistem kerja memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Sedangkan penggunaan berbagai macam cara di atas, sangat bergantung pula pada kemampuan analis melakukan pengukuran dan pembakuan sistem kerja (Sinaga & Sembiring, 2004).

Pengukuran kerja dengan metode jam henti dapat diaplikasikan pada industri manufakturing, meskipun demikian bisa diaplikasikan untuk pekerjaan seperti yang dijumpai dalam aktivitas kantor, gudang atau jasa pelayanan lainnya asalkan memenuhi kriteria. Kriterianya adalah pekerjaan tersebut dikerjakan secara berulang-ulang, pekerjaannya homogen, output dapat dihitung, dan sifat pekerjaan teratur.

Untuk perhitungan waktu kerja, digunakan persamaan sebagai berikut:

#### a. Waktu Siklus

$$\text{Waktu siklus (Ws)} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

Dimana  $\sum x$  adalah jumlah semua waktu yang dibaca/diukur dan N adalah jumlah pengamatan untuk elemen kerja yang diukur.

#### b. Waktu Normal

$$\text{Waktu normal (Wn)} = Ws \times p \quad (2)$$

Dimana p adalah factor penyesuaian. Factor ini digunakan apabila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar, sehingga perlu penyesuaian untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar. Bila pekerja bekerja secara normal, maka nilai p adalah 1 dan bila bekerja lebih lambat maka nilai  $p < 1$  dan sebaliknya.

#### c. Waktu Baku

$$\text{Waktu baku (Wb)} = Wn \times \frac{100\%}{100\% - i} \quad (3)$$

Dimana I adalah kelonggaran (*allowance*). Kelonggaran tersebut biasanya disebabkan karena keterlambatan-keterlambatan yang sulit dihindarkan maupun yang masih bisa dihindarkan.

### 3. METODE PENELITIAN

#### c) Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran langsung melalui wawancara dan observasi. Proses wawancara dilakukan dengan pihak perusahaan untuk mengetahui profil perusahaan, permasalahan dan proses produksi yang ada di perusahaan. Sedangkan proses observasi dilakukan untuk mengetahui waktu proses produksi dengan menggunakan *stopwatch* atau waktu henti.

#### d) Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan memeriksa keseragaman dan kecukupan data. Uji keseragaman data dilakukan dengan menggunakan peta kontrol sedangkan uji kecukupan data dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (4)$$

Dimana N' adalah jumlah pengamatan/pengukuran yang seharusnya dilaksanakan, k adalah tingkat kepercayaan dan s adalah tingkat ketelitian. Dalam penelitian ini akan digunakan tingkat kepercayaan 95% yang berarti nilai k=2 dan tingkat ketelitian (s)= 0,05. Nila ada data yang ekstrem, maka data tersebut akan dibuang dan bila data pengamatan (N) lebih besar dari jumlah data yang diperlukan, maka data tersebut akan digunakan untuk menghitung waktu siklus sesuai dengan persamaan (1), waktu normal sesuai dengan persamaan (2) dan waktu baku sesuai dengan persamaan (3).

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil wawancara dan observasi, didapatkan alur proses produksi untuk *niche side chair frame* sebagai berikut:

1. Pemotongan Kaki Depan
2. Pemotongan Palang 1
3. Pemotongan Palang 2
4. Pemotongan Palang 3
5. Pemotongan Kaki Belakang
6. Pemotongan Bagian Atas
7. Pemotongan Sandaran 1 (R40)
8. Pemotongan Sandaran 2 (R45)
9. Pemotongan Sandaran 3 (R50)
10. Pemotongan Dudukan
11. Bending R40
12. Bending R45
13. Bending R50
14. Pemotongan 3D bawah
15. Pemotongan 3D Atas
16. Perakitan Penutup Kaki Depan
17. Perataan Alas Kaki Depan
18. Perakitan Bagian Depan
19. Pengelasan Penutup Kaki Belakang
20. Penutup Atas
21. Perataan Bawah Kaki Belakang
22. Perataan Bagian Atas
23. Penyambungan Bagian Bawah dan Atas
24. Pengelasan Bagian Belakang
25. Perakitan Bagian Belakang
26. Perakitan 3D
27. FULL
28. GERINDA
29. POLES
30. QC

Setelah proses pembuatannya diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu masing-masing proses dan menjumlahkannya untuk 100 produk. Adapaun rekap hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Rekap data total waktu pembuatan kerangka (frame)**

Kerangka	X (detik)	(X ) detik	Kerangka	X (detik)	(X ) detik
1	3500	12250000	5	3498	12236004
2	3461	11978521	6	3518	12376324
3	3373	11377129	7	3181	10118761
4	3458	11957764	8	3209	10297681



Kerangka	X (detik)	(X ) detik
9	3275	10725625
10	3151	9928801
11	3219	10361961
12	3151	9928801
13	3269	10686361
14	3318	11009124
15	3312	10969344
16	3266	10666756
17	3229	10426441
18	3244	10523536
19	2956	8737936
20	2890	8352100
21	2974	8844676
22	3002	9012004
23	2982	8892324
24	3080	9486400
25	2852	8133904
26	2946	8678916
27	2852	8133904
28	2935	8614225
29	3088	9535744
30	2848	8111104
31	3219	10361961
32	3056	9339136
33	3234	10458756
34	2892	8363664
35	2907	8450649
36	2968	8809024
37	2995	8970025
38	2952	8714304
39	2845	8094025
40	2900	8410000
41	2906	8444836
42	2984	8904256
43	2860	8179600
44	2920	8526400
45	2901	8415801
46	2974	8844676
47	2989	8934121
48	2898	8398404
49	2853	8139609
50	2966	8797156
51	2793	7800849
52	2893	8369449
53	2835	8037225
54	2931	8590761
55	2867	8219689
56	2983	8898289
57	3027	9162729
58	2868	8225424
59	2842	8076964

Kerangka	X (detik)	(X ) detik
60	2838	8054244
61	2935	8614225
62	2776	7706176
63	2795	7812025
64	2767	7656289
65	2865	8208225
66	2875	8265625
67	2736	7485696
68	2714	7365796
69	2931	8590761
70	2903	8427409
71	2866	8213956
72	2921	8532241
73	2738	7496644
74	2824	7974976
75	2893	8369449
76	2804	7862416
77	2848	8111104
78	2883	8311689
79	2838	8054244
80	2889	8346321
81	2818	7941124
82	2971	8826841
83	2922	8538084
84	3007	9042049
85	2918	8514724
86	2970	8820900
87	2802	7851204
88	2919	8520561
89	2833	8025889
90	2936	8620096
91	2879	8288641
92	2823	7969329
93	2925	8555625
94	2712	7354944
95	2755	7590025
96	2590	6708100
97	2787	7767369
98	2928	8573184
99	2782	7739524
100	2709	7338681
JUMLAH	296920	
( $\sum X$ ) <sup>2</sup> KUADRAT JUMLAH	88161486400	
( $\sum X^2$ ) JUMLAH KUADRAT		885336358

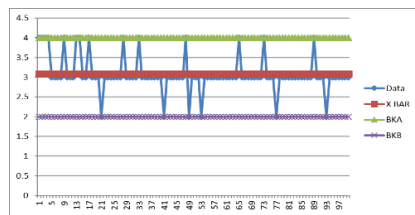
Data yang telah dibuat pada Tabel 1 kemudian diuji keseragaman dan kecukupan datanya. Uji kecukupan data dilakukan dengan persamaan 4 dan didapatkan perhitungan sebagai berikut:



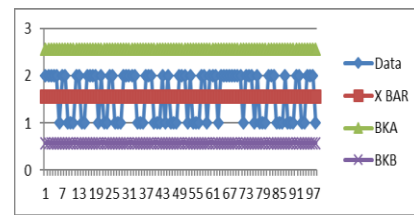
$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{100(3500^2 + \dots + 2709^2) - (296920)^2}}{296920} \right]^2 = \left[ \frac{40 \sqrt{100(885336358 - 88161486400)}}{296920} \right]^2$$

$$= 6,75$$

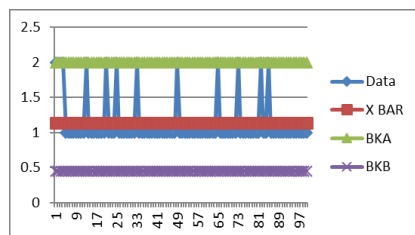
Karena jumlah pengamatan yang dilakukan lebih besar dari jumlah pengamatan yang harus dilakukan  $100 > 6,75$  ( $N > N'$ ), maka dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh Cukup. Untuk uji keseragaman data yang dilakukan dengan menggunakan peta kontrol untuk masing-masing proses, dapat dilihat pada Gambar 2 sampai dengan 1



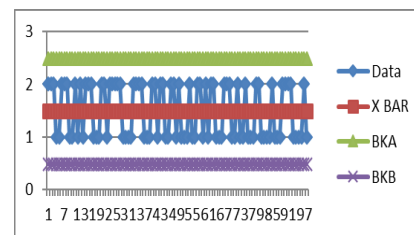
**Gambar 2. Grafik proses pemotongan kaki depan**



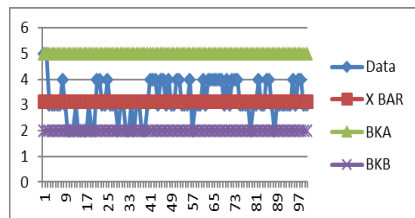
**Gambar 3. Grafik Proses Pemotongan Palang 1**



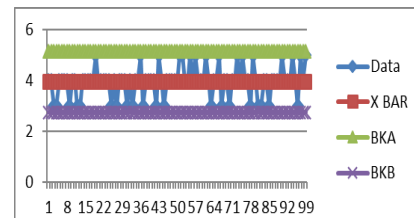
**Gambar 4. Grafik Proses Pemotongan Palang 2**



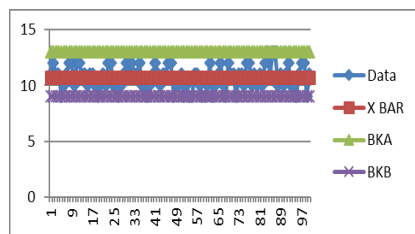
**Gambar 5. Grafik Proses Pemotongan Palang 3**



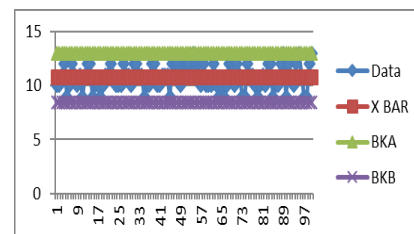
**Gambar 6. Grafik Proses Pemotongan Kaki Belakang**



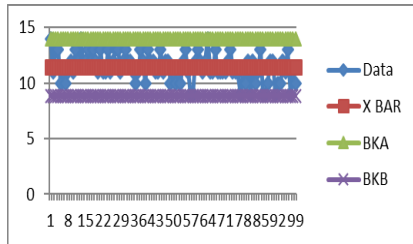
**Gambar 7. Grafik Proses Pemotongan Bagian Atas**



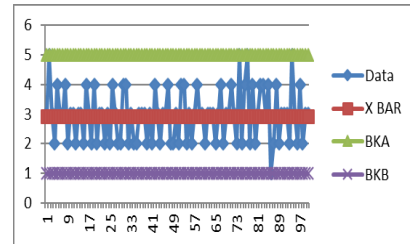
**Gambar 8. Grafik Proses Pemotongan Sandaran 1 (R40)**



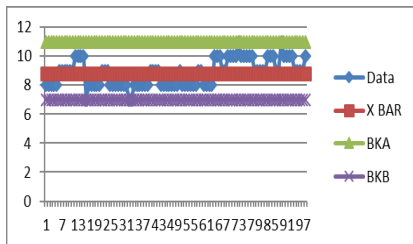
**Gambar 9. Grafik Proses Pemotongan Sandaran 2 (R45)**



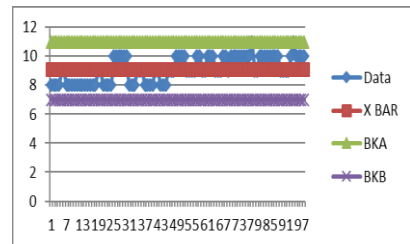
**Gambar 10. Grafik Proses Pemotongan Sandaran 3 (R50)**



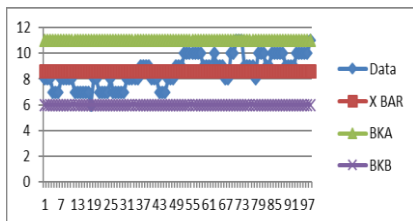
**Gambar 11. Grafik Proses Pemotongan Dudukan**



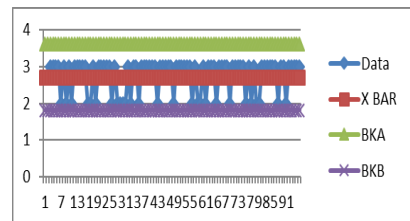
**Gambar 12. Grafik Proses Bending (R40)**



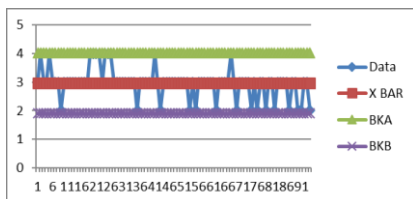
**Gambar 13. Grafik Proses Bending (R45)**



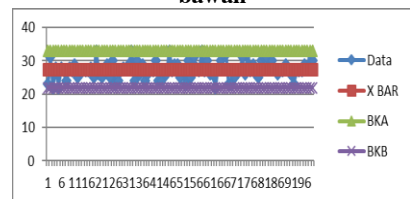
**Gambar 14. Grafik Proses Bending (R50)**



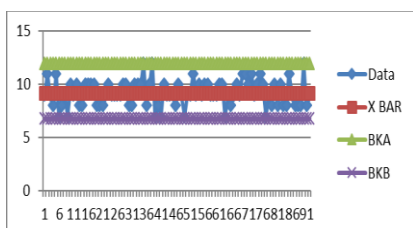
**Gambar 15. Grafik Proses Pemotongan 3D bawah**



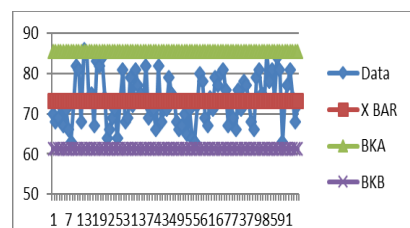
**Gambar 16. Grafik Proses Pemotongan 3D atas**



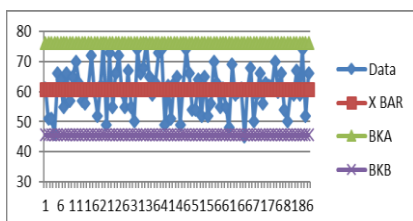
**Gambar 17. Grafik Proses Perakitan Penutup Kaki depan**



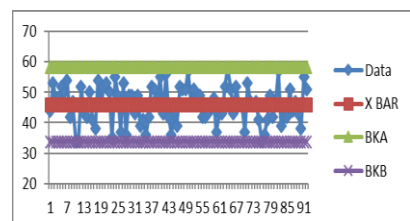
**Gambar 18. Grafik Proses Perataan Alas Kaki depan**



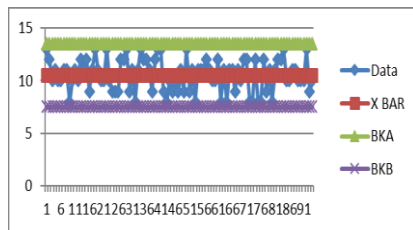
**Gambar 19. Grafik Proses Perakitan Bagian Depan**



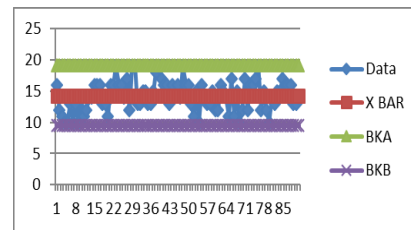
**Gambar 20. Grafik Proses Perakitan Penutup Kaki Belakang**



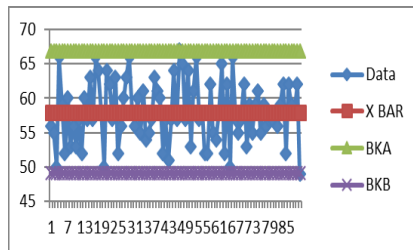
**Gambar 21. Grafik Proses Perakitan Penutup Atas**



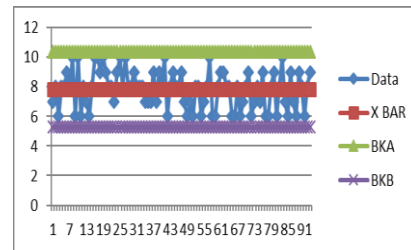
**Gambar 22. Grafik Proses Perataan Bagian Bawah Kaki Belakang**



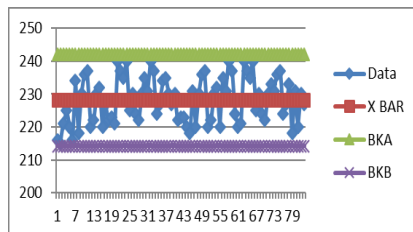
**Gambar 23. Grafik Proses Perataan Bagian Atas**



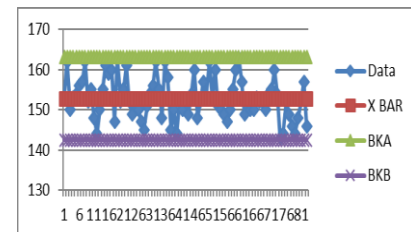
**Gambar 24. Grafik Proses Penyambungan Bagian Bawah dan Atas**



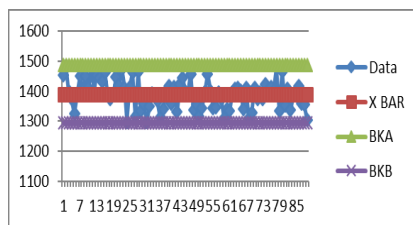
**Gambar 25. Grafik Proses Penyambungan Bagian Belakang**



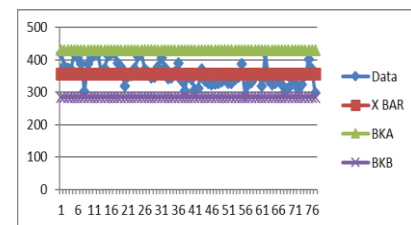
**Gambar 26. Grafik Proses Perakitan Bagian Belakang**



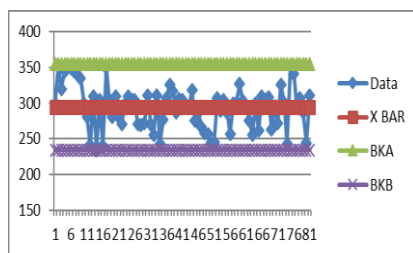
**Gambar 27. Grafik Proses Perakitan 3D**



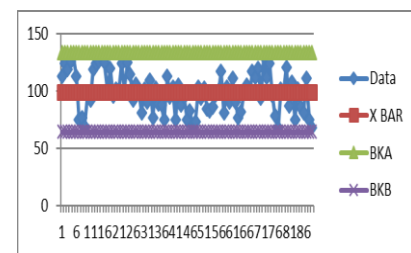
**Gambar 28. Grafik Proses FULL**



**Gambar 29. Grafik Proses Gerinda**



**Gambar 30. Grafik Proses Poles**



**Gambar 31. Grafik Proses Quality Control**

Setelah dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data, langkah berikutnya adalah menghitung waktu siklus, waktu normal dan juga waktu baku sesuai dengan persamaan (1), (2) dan (3).

$$\text{Waktu siklus: } \frac{\sum Xi}{N} = \frac{296920}{100} = 2969,2 \text{ detik}$$

Jadi waktu siklus untuk 100 unit kerangka kursi di dapatkan hasil yaitu 2969,2 detik.

Adapun untuk perhitungan waktu normal, diperlukan nilai penyesuaian terhadap performansi kinerja operator yang didapatkan dalam tabel Shummard seperti pada Tabel 2. Sesuai dengan tabel Shummard, operator bekerja pada keadaan Normal dengan nilai 60, dan performansi Good dengan nilai 70. Dengan demikian, nilai  $P=70/60=1,16666667$  atau 1,17 dan nilai waktu normalnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu normal} = 2696,2 \times 1,17 = 3464,066667 \text{ detik}$$

**Tabel 2. Faktor Penyesuaian Menurut Cara Shummard**

KELAS	PENYESUAIAN	KELAS	PENYESUAIAN
Superfast	100	Good -	65
Fast +	95	Normal	60
Fast	90	Fair +	55
Fast -	85	Fair	50
Excellent	80	Fair -	45
Good +	75	Poor	40
Good	70		

Bila waktu normal memerlukan nilai penyesuaian terhadap performansi kinerja operator, maka waktu baku memerlukan nilai kelonggaran yang didapatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Nilai Kelonggaran**

ALLOWANCE FAKTOR	KELONGGARAN %	
	REF	Yang diambil
A. Tenaga yang di keluarkan (sedang)	7,5-12	8,5
B. Sikap kerja (berdiri diatas 2 kaki)	1,0-2,5	2,5
C. Gerakan kerja (agak terbatas)	0-5	4
D. Kelelahan mata (pandangan yang hampir terus menerus)	6,0-7,5	7,5
E. Temperatur tempat kerja (normal)	0-8	6,5
F. Keadaan atmosfer (cukup)	0-5	4
G. Keadaan lingkungan yang baik (sangat bising)	0-5	5
<b>Total</b>		38
Kebutuhan pribadi (pria)	2-2,5	2
Hambatan yang tidak dapat di hindarkan		5
<b>TOTAL KELONGGARAN</b>		45

Dari Tabel 3 didapatkan nilai kelonggrannya sebesar 45%. Sehingga perhitungan waktu bakunya menjadi sebaga berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu baku} &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} = 3464,066667 \times \frac{100\%}{100\% - 45\%} \\
 &= 3464,066667 \times 1,82 = 6298,30303 \text{ detik} = 104,9717172 \text{ menit} \\
 &= 105 \text{ menit.}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu baku untuk 100 unit kerangka kursi *Niche Side Chair* adalah 105 menit.

Setiap proses memiliki waktu yang berbeda-beda oleh karena itu waktu siklus yang di hasilkan pasti berbeda pula. Untuk dapat mengetahui waktu siklus masing-masing proses, dilakukan pengamatan untuk masing-masing proses sehingga didapatkan jumlah waktu per proses. Adapun contoh perhitungan waktu per proses tersebut adalah sebagai berikut:

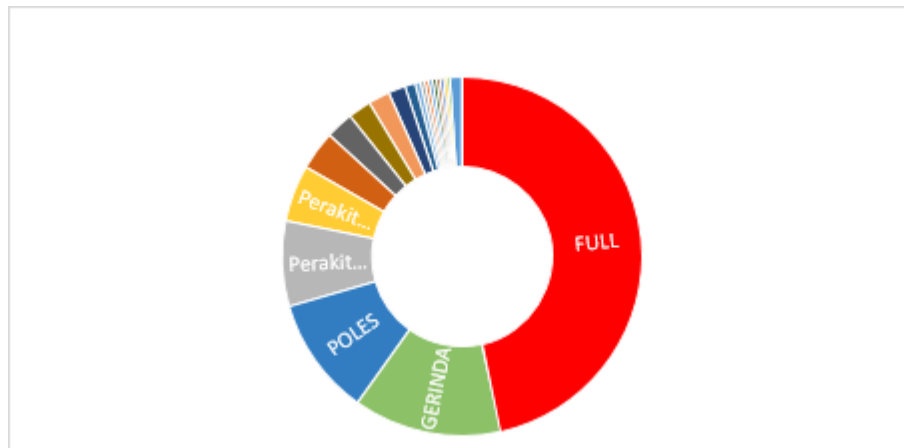
$$\begin{aligned}\text{Proses pemotongan kaki depan} &= (\text{kerangka 1} + \text{kerangka 2} + \text{kerangka 3} + \dots + \text{kerangka 100}) \\ &= 4+4+4+\dots+3+3+3 \\ &= 308 \text{ detik}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan pula waktu siklus, waktu normal dan juga waktu baku untuk tiap prosesnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Waktu kerja tiap proses**

No	Proses Pengerjaan	Jumlah Waktu Per Proses	Ws	Wn	Wb
1	P.Kaki Depan	308	3,08	3,593333	6,53339867
2	P.Palang 1	160	1,6	1,866667	3,39397333
3	P.Palang 2	113	1,13	1,318333	2,39699367
4	P.Palang 3	152	1,52	1,773333	3,22427467
5	P.Kaki Belakang	316	3,16	3,686667	6,70309733
6	P.Bagian Atas	398	3,98	4,643333	8,44250867
7	P.Sandaran 1 (R40)	1070	10,7	12,48333	22,6971967
8	P.Sandaran 2 (R45)	1078	10,78	12,57667	22,8668953
9	P.Sandaran 3 (R50)	1147	11,47	13,38167	24,3305463
10	P.Dudukan	294	2,94	3,43	6,236426
11	Bending R40	888	8,88	10,36	18,836552
12	Bending R45	919	9,19	10,72167	19,4941343
13	Bending R50	869	8,69	10,13833	18,4335177
14	P.3D Bawah	283	2,83	3,301667	6,00309033
15	P.3D Atas	315	3,15	3,675	6,681885
16	Penutup Kaki Depan	2745	27,45	32,025	58,227855
17	Perataan Las Kaki Depan	927	9,27	10,815	19,663833
18	Perakitan Bagian Depan	7391	73,91	86,22833	156,780356
19	Pengelasan Penutup Kaki Belakang	6140	61,4	71,63333	130,243727
20	Penutup Atas	4569	45,69	53,305	96,919151
21	Perataan Bawah Kaki Belakang	1060	10,6	12,36667	22,4850733
22	Perataan Bagian Atas	1439	14,39	16,78833	30,5245477
23	Penyambungan Bagian Bawah Dan Atas	5784	57,84	67,48	122,692136
24	Pengelasan Bagian Belakang	787	7,87	9,181667	16,6941063
25	Perakitan Bagian Belakang	22795	227,95	265,9417	483,535138
26	Perakitan 3D	15144	151,44	176,68	321,239576
27	FULL	137978	1379,78	1609,743	2926,83533
28	GERINDA	39719	397,19	463,3883	842,532668
29	POLES	31670	316,7	369,4833	671,794597
30	QC	10462	104,62	122,0567	221,923431

Dari Tabel 4 kita dapat membuat sebuah grafik untuk mengetahui seberapa besar poporsi waktu tiap proses terhadap waktu keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2 Grafik perbandingan waktu per proses dengan waktu keseluruhan**

Pada Gambar 2 dapat kita lihat bahwa waktu proses FULL memiliki proporsi yang paling besar dan bahkan hampir separuh dari total waktu produksi diikuti dengan proses gerinda, poles, perakitan bagian belakang dan juga perakitan 3D. Sedangkan untuk waktu proses tercepat dapat kita lihat pada Tabel 4 adalah proses pemotongan palang 2.



**Gambar 3. Pekerja sedang melakukan proses FULL**

Proses FULL (Gambar 33) merupakan proses pengelasan keseluruhan untuk tiap-tiap bagian. Proses ini memerlukan ketelitian yang sangat tinggi agar produk yang dihasilkan dapat terjaga kualitasnya. selain itu, berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa pekerja sering membuka penutup mata karena cahaya yang dihasilkan saat pengelasan terlalu silau untuk menjaga tingkat keakuratan hasil pengelasan. Hal inilah yang membuat proses FULL menjadi sangat lama.

## 5. PENUTUP

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, didapatkan didapatkan waktu siklus selama 2969,2 detik, waktu normal 3464,066667 detik, dan waktu baku 6298,30303 detik atau 105 menit. Waktu proses terlama terdapat pada proses FULL dan yang tercepat padap proses pemotongan palang 2. Penentuan waktu kerja sebaiknya tidak hanya dilakukan pada satu produk saja, tetapi juga untuk produk lainnya agar dapat digunakan dalam proses perencanaan produksi yang lebih baik dan akurat. Selain itu, pengambilan data yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai data sekunder untuk melakukan penelitian lainnya seperti *line balancing*, penentuan jumlah operator optimal, atau dapat juga disimulasikan untuk dapat diketahui letak *bottleneck*-nya.

## PUSTAKA

- Assauri, Suffian. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Empat*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- Husein, Torik dan Anisah H. Alatas. (2012). *Buku Pedoman Praktikum APK*. Jakarta.
- Husein, Torik. (2012). *Time and Motion Study*. Modul Kuliah APK. Program Studi Teknik Industri. Universitas Mercu Buana.
- Madyana. (1996). *Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Niebel, Benjamin W. (1993). *Motion and Time study*. English: Homewood, IL.
- Schroeder, Roger G. (1994). *Manajemen Operasi: Pengambilan Keputusan dalam Suatu Fungsi Operasi. Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga..
- Sinaga, Tuti Sarma dan Meilita Tryana Sembiring. (2004). *Work Sampling Studi Kasus Pekerjaan Bertender pada Sebuah Cafe*. Sumatera Utara: USU Digital Library.
- Sutalaksana, dkk. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB.
- Wignjosuebrotto, Sritomo. (2003). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Edisi Pertama*. Jakarta: Guna Widya.

## ANALISIS KEBISINGAN LINGKUNGAN KERJA DI GEDUNG PMK III PT.INDUSTRI KERETA API MADIUN

**Afriezal Muslim<sup>1)</sup>, Pringgo Widyo Laksono<sup>2)</sup>**

<sup>1,2</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret,  
Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126  
Email: muslimafriezal@gmail.com, pringgo@ft.uns.ac.id

### ABSTRAK

*PT. Industri Kereta Api Indonesia merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang transportasi darat berbasis rel. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen, PT Industri Kereta Api menggunakan mesin yang dapat membuat kebisingan. Kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang bersumber dari alat produksi dan atau alat pada tingkat tertentu yang akan menimbulkan gangguan pendengaran. Hal tersebut akan berdampak buruk bagi kesehatan karyawan ketika intensitas kebisingan melebihi standart ambang batas kebisingan suatu industri sebesar 85 dB. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan dan presentase noise dose yang terjadi di gedung PMK III PT Industri kereta Api Indonesia. Metode perhitungan yang digunakan adalah menghitung noise dose dan mengkonversi noise dose dalam bentuk time weight average. Perhitungan noise dose dilakukan untuk menentukan tingkat resiko pada area kerja dengan cara menggabungkan antara tingkat tekanan suara dan durasi pemaparan. Sedangkan perhitungan time weight average dilakukan untuk mempermudah pengambilan keputusan dalam penanggulangan kebisingan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa presentase noise dose melebihi 100% dan time weight average sebesar 92,63 dB sehingga karyawan harus menggunakan alat pelindung pendengaran.*

**Kata kunci:** kebisingan; noise dose; time weight average

### 1. PENDAHULUAN

Lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang ada di sekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun secara tidak langsung (Nitisemito, 2000). Lingkungan kerja fisik adalah semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun secara tidak langsung (Sedarmayanti, 2009). Sedangkan lingkungan kerja nonfisik adalah semua keadaan yang terjadi berkaitan dengan hubungan kerja, baik hubungan dengan atasan, hubungan dengan rekan kerja, maupun hubungan dengan bawahan.

Salah satu aspek lingkungan kerja fisik yang mempengaruhi karyawan di PT Industri Kereta Api adalah kebisingan. Kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang bersumber dari alat produksi dan atau alat yang pada tingkat tertentu akan menimbulkan gangguan pendengaran. Kebisingan (Noise) dapat juga diartikan sebagai sebuah bentuk getaran yang dapat berpindah melalui medium padat, cair dan gas. (Harris, 1991).

Para karyawan di PT Industri Kereta Api terpapar kebisingan selama 8 jam. Hal tersebut tentu akan berdampak buruk bagi kesehatan karyawan ketika intensitas kebisingan melebihi Nilai Ambang Batas. Dengan adanya permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengukur besarnya tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin-mesin yang ada, khususnya di gedung Pemasangan Komponen III.

Kebisingan dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Pengaruhnya terhadap manusia dapat berupa peningkatan sensitivitas tubuh seperti peningkatan sistem kardiovaskular dalam bentuk kenaikan tekanan darah dan peningkatan denyut jantung. Pengaruh terhadap psikologis dapat berupa penurunan konsentrasi dan kelelahan (Candra, 2006).

Kebisingan menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian (Roestam, 2004).

#### 1. Gangguan Fisiologis

Pada umumnya, bising bernada tinggi sangat mengganggu, apalagi bila terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba. Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah ( $\pm 10$  mmHg), peningkatan nadi, konstiksi pembuluh darah perifer terutama pada tangan dan kaki, serta dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris



## 2. Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, cepat marah. Bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, stres, kelelahan, dan lain-lain.

## 3. Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi biasanya disebabkan *masking effect* (bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas) atau gangguan kejelasan suara. Komunikasi pembicaraan harus dilakukan dengan cara berteriak. Gangguan ini bisa menyebabkan terganggunya pekerjaan, sampai pada kemungkinan terjadinya kesalahan karena tidak mendengar isyarat atau tanda bahaya; gangguan komunikasi ini secara tidak langsung membahayakan keselamatan tenaga kerja

## 4. Gangguan keseimbangan

Bising yang sangat tinggi dapat menyebabkan kesan berjalan di ruang angkasa atau melayang, yang dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa kepala pusing (*vertigo*) atau mual-mual.

## 5. Gangguan pendengaran

Efek pada pendengaran adalah gangguan paling serius karena dapat menyebabkan ketulian. Ketulian bersifat progresif. Pada awalnya bersifat sementara dan akan segera pulih kembali bila menghindari dari sumber bising, namun bila terus menerus bekerja di tempat bising, daya dengar akan hilang secara menetap dan tidak akan pulih kembali

Dalam UU No 13 Tahun 2003 pada pasal 86 ayat 1 ditegaskan bahwa setiap pekerja mempunyai hak memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja. Ketentuan tersebut telah merujuk pada kewajiban setiap perusahaan untuk meningkatkan kesehatan kerja pada pekerja yang mampu melindungi pekerja dari penyakit akibat kerja baik yang dapat mempengaruhi produktivitas semasa kerja maupun penyakit yang timbul setelah masa kerja berakhir. Penyakit akibat kerja adalah setiap penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja. Salah satu penyakit akibat kerja yang berpotensi besar dialami oleh pekerja yang disebabkan oleh kebisingan adalah penurunan kemampuan pendengaran bahkan ketulian akibat kerusakan pada indera pendengaran.

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai langkah untuk mengetahui tingkat kebisingan pada area Pemasang Komponen III, mengetahui pengaruh kebisingan yang terpapar di area kerja terhadap kesehatan pekerja dan memberikan pengendalian kebisingan tersebut. sehingga dari hasil penelitian ini dapat memberikan masukan terhadap perusahaan mengenai pengaruh dari kebisingan dan cara menangguhkan dampak dari kebisingan bagi para pekerja.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada PT Industri Kereta Api yang beralamat di jalan Yos Sudarso No 71 Madiun. Langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut

### a) Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah dari pengukuran di gedung pemasangan komponen III. Terdapat 16 gerbong kereta yang terdapat pada gedung tersebut. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode area sampling. Pendekatan area sampling digunakan untuk mengevaluasi kebisingan di tempat kerja. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *Soud Level Meter* pada waktu tertentu dan titik yang telah ditetapkan sebelumnya. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dipakai sebagai pemantauan kebisingan lingkungan kerja serta paparan yang diterima oleh pekerja.

### b) Pengolahan data

Dalam melakukan penelitian metode untuk mengolah data yang telah didapat dilakukan sebagai berikut:

1. Uji keseragaman data
2. Uji kecukupan data
3. Menghitung batas waktu paparan yang diijinkan
4. Menghitung *noise dose*
5. Mengkonversi nilai *noise dose* menjadi *time weight average*

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang pengolahan data dan juga pembahasan dari hasil pengolahan data tersebut.

#### a) Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk menguji keseragaman dari data yang ada.

Langkah-langkah untuk melakukan uji keseragaman data:

1. Menghitung rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

Keterangan

$\bar{x}$  : rata-rata

$\sum X_i$  : Total data

$N$  : Jumlah data

2. Menghitung Standard Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (2)$$

Keterangan

$\sigma$  : Nilai standart deviasi

$x_i$  : Data ke i

$\bar{x}$  : rata-rata

$N$  : Jumlah pengamatan

3. Menghitung Kontrol Atas (BKA)

$$BKA = \bar{x} + 2\sigma \quad (3)$$

Keterangan

BKA : Batas kontrol atas

$\bar{x}$  : rata-rata

$\sigma$  : Nilai standart deviasi

4. Menghitung Kontrol Bawah (BKB)

$$BKB = \bar{x} - 2\sigma \quad (4)$$

Keterangan

BKB : Batas kontrol bawah

$\bar{x}$  : rata-rata

$\sigma$  : Nilai standart deviasi

#### b) Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk menentukan bahwa jumlah sampel data yang diambil telah cukup untuk proses inferensi ataupun pengolahan data pada proses selanjutnya. Kecukupan data merupakan salah satu pengujian data - data yang telah didapatkan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah data pengamatan yang sebaiknya digunakan dan bertujuan untuk menguji apakah data pengamatan yang telah dikumpulkan sebelumnya sudah memenuhi jumlah yang sebaiknya digunakan.

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimal hasil pengukuran dari waktu sebenarnya dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persen. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persen.

Dalam aktifitas pengukuran kerja biasanya akan diambil tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95 % artinya adalah bahwa pengukur membolehkan rata - rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 5 % dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan adalah 95 %. Jika jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan lebih besar dari jumlah pengukuran yang telah dilakukan ( $N' > N$ ), maka dilakukan pengukuran ulang dengan  $N$  lebih besar. Jika  $N > N'$  berarti bahwa jumlah pengamatan yang telah dilakukan memenuhi syarat tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan . Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung berapa jumlah data yang harus didapatkan :

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right]^2 \quad (5)$$

Keterangan

$N$  : Jumlah Pengamatan

$k$  : Tingkat Kepercayaan

$s$  : Derajat ketelitian

N' : Jumlah data pengamatan yang harus dikumpulkan  
X<sub>i</sub> : Pengamatan ke i

### c) Waktu Paparan yang diijinkan

Menurut NIOSH batas waktu paparan kebisingan yang diijinkan perhari kerja dapat menggunakan persamaan:

$$T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}} \quad (6)$$

**Tabel 1. Waktu Paparan Kebisingan yang Diijinkan**

No	Interval Waktu					
	07:30-09:00	09:00-10:00	10:00-11:30	12:30-14:00	14:00-15:00	15:00-16:30
1	3,325	5,040	1,350	3,055	2,917	0,635
2	0,287	5,040	0,553	1,895	2,722	1,910
3	0,970	3,939	0,165	2,939	4,560	2,659
4	1,309	1,852	1,880	6,548	0,788	0,285
5	0,285	0,379	1,403	1,688	2,333	1,250
6	3,224	3,819	2,579	0,660	0,718	0,877
7	0,691	3,274	0,512	1,097	2,619	2,962
8	5,040	5,657	2,015	3,102	3,455	3,647
9	1,382	4,031	2,388	1,504	0,782	0,359
10	1,064	0,831	0,933	0,819	0,905	1,031
11	1,728	2,160	0,394	2,462	2,599	3,969
12	2,194	1,714	1,425	1,823	2,000	2,095
13	0,926	1,097	2,680	4,222	6,110	2,127
14	1,382	0,348	1,600	1,088	0,270	1,493
15	2,501	1,000	1,768	0,200	0,439	0,985
16	0,977	1,563	5,443	0,985	3,455	0,884

Dari tabel 1 didapatkan nilai waktu paparan kebisingan yang diijinkan berbed-beda setiap jam dan tempat pengukurannya. Nilai waktu paparan kebisingan menunjukkan seberapa lama kebisingan itu dapat di dengarkan dengan aman, semakin kecil nilai maka kebisingan tersebut hanya diperbolehkan dalam waktu yang sebentar, dan semakin besar nilai maka kebisingan tersebut dapat didengar dalam waktu yang lama. Nilai terendah terdapat pada tempat no 3 dengan waktu dari pukul 10:00 sampai 11:30 dengan nilai 0,165. Sedangkan nilai terbesar terdapat pada tempat no 4 dengan waktu dari pukul 12:30 sampai 14:00 dengan nilai 6,548.

### d) Perhitungan Noise Dose

Pengukuran dosis paparan harian pada tenaga kerja dilakukan dengan menggunakan Noise Dose (D), alat ini berguna untuk mengetahui besarnya paparan seorang pekerja pada pekerjaan yang ditekuninya. Pengukuran ini akan menganalisis kebisingan lebih tajam, terutama bagi pekerja yang terpapar bising pada lebih dari satu sumber dalam kurun waktu tertentu, sehingga analisis kebisingan dapat dilakukan berdasarkan masing-masing pekerjaan yang satu dengan lainnya pasti berbeda dalam hal terpapar bising, walaupun berada dalam satu lokasi yang sama.

Dari hasil pengukuran dengan noise dose akan dihasilkan besaran persen dose yang merupakan perbandingan antara waktu paparan dari intensitas kebisingan tertentu dengan waktu standar dari intensitas kebisingan tertentu tersebut

Perhitungan noise dose (D) yang dialami oleh tenaga kerja. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$D = 100 \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{T_i}$$

$$= 100 \left[ \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right] \quad (7)$$

Keterangan :

D = Noise dose (%)

C<sub>i</sub> = Waktu paparan pada intensitas kebisingan tertentu pada pengamatan ke-i

T<sub>i</sub> = Waktu maksimum yang diijinkan pada intensitas kebisingan pengamatan ke-i

$n$  = Jumlah pengamatan

**Tabel 2. Nilai Noise Dose**

No	%D	Keterangan
1	495,71	Beresiko
2	1008,04	Beresiko
3	1218,88	Beresiko
4	924,57	Beresiko
5	1148,84	Beresiko
6	668,48	Beresiko
7	766,36	Beresiko
8	240,29	Beresiko
9	841,63	Beresiko
10	861,34	Beresiko
11	651,20	Beresiko
12	435,83	Beresiko
13	431,57	Beresiko
14	1098,21	Beresiko
15	1375,28	Beresiko
16	595,98	Beresiko

Untuk menentukan tingkat resiko kebisingan pada area kerja digunakan prosentase noise dose yang menggabungkan antara tingkat kebisingan suara dan durasi pemaparan. Jika nilai noise dose (D) kurang atau sama dengan 100%, maka pekerja dianggap aman dalam melakukan aktivitas ditempat kerja tersebut per hari kerja. Bila nilai noise dose (D) melebihi 100%, maka tingkat kebisingan di area kerja menimbulkan dampak buruk bagi pekerja.

Dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan nilai noise dose (D) dari semua titik yang telah dilakukan pengukuran menunjukkan angka yang tinggi sehingga beresiko pada operator. Nilai prosentase noise dose tertinggi terdapat pada titik 3 dengan nilai 1218,88% dan nilai noise dose terendah terdapat pada titik 8 dengan nilai 240,29% .

**e) Perhitungan Time Weight Average**

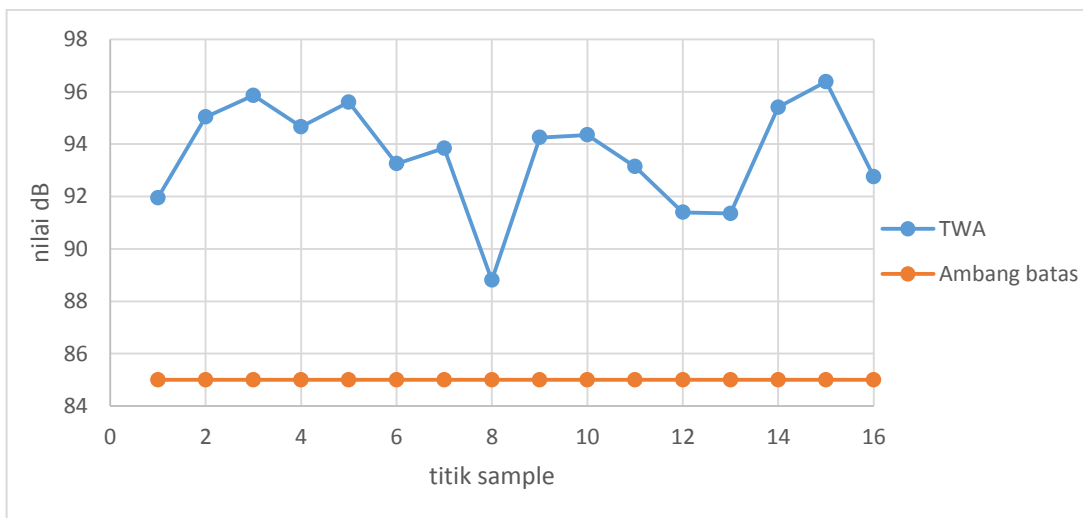
*Time weight average* menyatakan tingkat tekanan suara yang memberikan noise dose pada prosentase tertentu dimana pekerja terpapar pada tingkat tekanan suara tersebut secara kontinyu selama 8 jam. Mengkonversi noise dose menjadi TWA dilakukan untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam penanggulangan dampak kebisingan. Persamaan yang digunakan untuk mengkonversi nilai *noise dose* ke dalam TWA:

$$TWA = 10 \times \log \frac{D}{100} + 85 \quad (8)$$

**Tabel 3. Time Weight Average**

No	Interval Waktu						%D	TWA
	07:30-09:00	09:00-10:00	10:00-11:30	12:30-14:00	14:00-15:00	15:00-16:30		
1	3,325	5,040	1,350	3,055	2,917	0,635	495,71	91,95
2	0,287	5,040	0,553	1,895	2,722	1,910	1008,04	95,03
3	0,970	3,939	0,165	2,939	4,560	2,659	1218,88	95,86
4	1,309	1,852	1,880	6,548	0,788	0,285	924,57	94,66
5	0,285	0,379	1,403	1,688	2,333	1,250	1148,84	95,60
6	3,224	3,819	2,579	0,660	0,718	0,877	668,48	93,25
7	0,691	3,274	0,512	1,097	2,619	2,962	766,36	93,84
8	5,040	5,657	2,015	3,102	3,455	3,647	240,29	88,81
9	1,382	4,031	2,388	1,504	0,782	0,359	841,63	94,25
10	1,064	0,831	0,933	0,819	0,905	1,031	861,34	94,35
11	1,728	2,160	0,394	2,462	2,599	3,969	651,20	93,14
12	2,194	1,714	1,425	1,823	2,000	2,095	435,83	91,39
13	0,926	1,097	2,680	4,222	6,110	2,127	431,57	91,35
14	1,382	0,348	1,600	1,088	0,270	1,493	1098,21	95,41
15	2,501	1,000	1,768	0,200	0,439	0,985	1375,28	96,38
16	0,977	1,563	5,443	0,985	3,455	0,884	595,98	92,75
Rata-Rata								93,63

Dari tabel 3 didapatkan nilai TWA (*time weighted average*) pada semua titik melebihi nilai ambang batas (NAB) yang diijinkan yaitu sebesar 85 dB pada waktu kerja 8 jam. Nilai TWA tertinggi terdapat pada titik 3 dengan nilai 95,86 dB dan nilai TWA terendah terdapat pada titik 8 dengan nilai 88,81 dB.



**Gambar 2. Grafik Time Weight Average**

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- 1) Rata-rata tingkat kebisingan pada gedung Pemasangan Komponen III adalah 93,63 dB, nilai ini melebihi ambang batas yang telah ditetapkan sebesar 85 dB untuk bekerja selama 8 jam.
- 2) Area dalam gedung Pemasangan Komponen III mempunyai resiko yang tinggi terhadap pendengaran pekerja. Hal ini karena nilai prosentase *noise dose* pada semua titik penelitian mempunyai nilai  $D > 100\%$ . Hal ini mengakibatkan para pekerja dapat mengalami gangguan pendengaran, dan gangguan komunikasi saat bekerja.
- 3) Pengendalian kebisingan yang dapat dilakukan adalah perawatan mesin yang digunakan, melakukan rotasi pekerja dari tempat yang bising ke tempat yang tidak bising, melakukan

*medical check* secara berkala, melakukan training terhadap karyawan dan menggunakan alat pelindung pendengaran.

- 4) Pekerja yang melakukan aktivitas dilingkungan Pemasangan Komponen III sebaiknya menggunakan alat pelindung telinga sebagai tindakan pencegahan terhadap dampak buruk dari kebisingan. Alat pelindung telinga yang disarankan adalah *earplug*. Hal ini karena nilai rata-rata TWA menunjukkan nilai 93,63 dB, sehingga penggunaan *earplug* sudah dapat menurunkan kebisingan sampai dibawah Nilai Ambang Batas. Hal ini *earplug* dapat mengurangi intensitas kebisingan sebesar 10 sampai dengan 15 dB.

## PUSTAKA

- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Habsari. (2003). *Pengantar Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*.Bunga Rampai *Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Harris.C. M.1991. *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control*. NewYork: McGrawHill BookCompany.
- NIOSH. *Musculoskeletal Disorders and Workplace Faktors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work Related Musculoskeletal Disoeder*.NIOSH:Centers of Disease Contrrrol and Prevention.
- Nitisemito, A. S. (2000). *Manajemen Personalia : Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Peraturan Mentr Kesehatan No.718/Menkes/Per/XI/1987. (1987). *Tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan*. Jakarta: Permenkes RI
- PER.13/MEN/X/2011. (2011). *Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika DanFaktor Kimia Di Tempat Kerja*. Jakarta: Depnakertrans RI.
- Utama, Q. (2002). *Modul Pelatihan Noise Control Management*. Bandung: AcET Service Indonesia.
- Roestam, A. W .(2004). *Program Konservasi Pendengaran di Tempat Kerja* Cermin Dunia Kedokteran No.144, Mei, pp.29-34.
- Salim, E .(2002). *Pedoman Pengelolaan Lingkungan,Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : PT. Astra International Tbk
- Sedarmayanti. (2009). *Manajemen Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Bandung : CV. Mandar Maju.
- Sumardiyono. (2007). *Buku Petunjuk Praktikum Kebisingan*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Program DIII Hiperkes dan Keselamatan Kerja Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Suma'mur, (1993). *Higine Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV. Ghalia.
- Suma'mur P. K. (1996). *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung.

## **PENJADWALAN PROSES PRODUKSI BATIK TULIS (STUDI KASUS: BATIK FARRAS YOGYAKARTA)**

**Yessi Nasia Ulfia<sup>1</sup>, Andi Sudiarso<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Departemen Teknik Mesin dan Industri  
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

E-mail: [yessinasia@gmail.com](mailto:yessinasia@gmail.com), [a.sudiarso@ugm.ac.id](mailto:a.sudiarso@ugm.ac.id)

### **ABSTRAK**

*Penjadwalan merupakan upaya untuk mengorganisasikan sumber daya yang dimiliki perusahaan agar proses produksi dapat berjalan dengan efektif. Indikasi dari proses produksi yang efektif adalah pengalokasian sumber daya produksi yang optimal sehingga tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan output produksi, karena baik kekurangan maupun kelebihan output produksi akan berdampak pada kenaikan biaya produksi atau penurunan profit perusahaan. Kebanyakan IKM di Indonesia hanya menggunakan intuisi dalam merencanakan produksinya sehingga banyak IKM yang mengalami kerugian dan tidak mampu bersaing dalam pasar global. Batik Farras salah satunya, IKM yang bergerak dibidang industri batik tulis dan cap ini mengalami kendala dalam produksinya, khususnya untuk produk batik tulis. Hasil produksinya belum dapat mencukupi kebutuhan pasar. Permintaan rutin untuk motif batik tulis sekar jagad perbulannya mencapai 700 lembar, sedangkan kapasitas total produksi untuk semua motif perbulannya maksimal hanya sekitar 480 lembar, sehingga hasil produksi motif Sekar Jagad belum bisa mencapai targetnya karena perusahaan juga memproduksi motif lain sesuai pesanan pelanggan. Masalah lain yang timbul perusahaan tidak dapat menentukan kepastian penyelesaian produk make to order karena penjadwalan produksi hanya berdasarkan instruksi pemilik saat itu. Hal ini menimbulkan potensi ketidakpuasan customer yang akan berakibat pada menurunnya reputasi perusahaan. Setelah dilakukan pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pemilik serta pegawai Batik Farras, diketahui bahwa stasiun kerja membatik memiliki prosentase utilitas 147% yang berarti pada stasiun kerja ini terjadi bottleneck dan jumlah produk yang dihasilkan sangat tergantung pada output dari stasiun kerja membatik. Selain itu, stasiun kerja membuat pola juga memiliki kondisi kritis dengan utilitas 100%. Mengingat pekerja pada bagian pembuatan pola hanya satu orang, maka pada stasiun kerja ini diperlukan tambahan kapasitas agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Dari beberapa literatur, didapatkan informasi bahwa penjadwalan dengan pendekatan Theory Of Constraint dan metode Drum Buffer Rope sangat tepat digunakan untuk menjadwalkan proses produksi batik tulis ini, dengan menjadikan kedua stasiun kerja tersebut sebagai constrain yang harus diatasi. Penyediaan buffer bagi kedua stasiun kerja tersebut dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Selain penjadwalan make to stock perusahaan juga harus menjadwalkan produk make to order, untuk itu diperlukan penjadwalan Hybrid Scheduling MTS/MTO agar proses produksi batik tulis dapat dijadwalkan dengan optimal. Tiga skenario akan dilakukan penulis untuk mendapatkan skema penjadwalan hybrid yang optimal dengan parameter pemilihan skenario berdasarkan analisa cost dan profit, adapun ketiga skenario tersebut adalah pengerjaan MTO dahulu, MTS dahulu, atau pengerjaan MTO dan MTS yang bersamaan. Skenario penjadwalan hybrid yang terpilih dapat dijadikan acuan bagi perusahaan untuk mengestimasi waktu penyelesaian order yang datang.*

**Kata Kunci:** *IKM Batik, Theory Of Constraint, Drum Buffer Rope, Hybrid Scheduling MTS/MTO.*

### **1. PENDAHULUAN**

Penjadwalan yang baik harus memperhatikan faktor jumlah mesin, adanya waktu set up mesin dan faktor banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan. Dengan penempatan susunan atau urutan pekerjaan yang tepat pada setiap mesin maka akan mengurangi waktu menganggur dan mencegah terjadinya *bottleneck* sehingga kelancaran arus produksi dapat tercapai, dan secara tidak langsung akan meningkatkan produktivitas serta meminimumkan biaya produksi dan memperbesar laba (Suryani, 2011).

Keterbatasan finansial, sumber daya dan pemahaman menjadikan proses perencanaan produksi sulit di implementasikan oleh IKM sehingga menyebabkan proses produksi yang dijalankan tidak efektif dan efisien (Piller & Wölfel, 2014).

Batik Farras merupakan salah satu IKM di Kulon Progo, Yogyakarta, yang membuat produk batik cap dan tulis. Banyak motif batik yang di produksi oleh Batik Farras, antara lain Wahyu Tumurun, Gebleg, Sinom Prijotho, Kontemporer, Sekar Jagad, dan masih banyak lagi. Batik tulis dengan motif Sekar Jagad menjadi obyek penelitian penulis karena jumlah produksinya yang besar dan juga terjadi banyak kendala dalam proses produksinya. Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Umbuk, pemilik Batik Farras, permintaan batik tulis motif Sekar Jagad sangatlah tinggi, hampir mencapai 700 lembar perbulan, karena motif ini digunakan sebagai seragam salah satu instansi pemerintahan di Yogyakarta, namun hasil produksi yang diperoleh perbulannya belum mampu mencapai target tersebut. Hal ini dikarenakan perusahaan juga menerima pesanan batik tulis dengan motif khusus sesuai *design* dari *customer* dalam jumlah tertentu. Metode penjadwalan saat ini hanya berdasarkan intuisi pemilik perusahaan sehingga menyebabkan proses produksi tidak dapat berjalan secara optimal, target produk *make to stock* belum dapat tercapai dan juga jadwal penyerahan produk *make to order* sering mengalami kemunduran. Permasalahan tersebut berakibat pada menurunnya *revenue* perusahaan, selain itu ketidakpuasan *customer* dapat berdampak pada menurunnya reputasi perusahaan. Untuk itu diperlukan analisa lebih lanjut dalam membuat sistem penjadwalan yang tepat bagi proses produksi batik tulis di perusahaan Batik Farras agar pengalokasian *resource* optimal sehingga proses produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Langkah selanjutnya yang telah dilakukan oleh penulis adalah melakukan pengamatan di lapangan dan mengumpulkan beberapa data primer tentang *resource* produksi batik tulis untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan produksi tersebut.

**Tabel 1. Hasil Perhitungan *Resource* Batik Tulis**

Stasiun Kerja	Jml pekerja	Waktu Kerja Normal (sec.)	Waktu Kerja Lembur (sec.)	Waktu Proses Rata-rata (sec.)	Output produksi/day (lembar)		Target prod./day (lb.)	Prosentase
					Tanpa lembur	Dengan lembur		
Pola	1	25920	16200	1440	18	28	30	1
Membatik	7	25920	16200	14400	12.6	20	30	1.47
Pewarnaan 1	1	25920	16200	13	2030	3299	30	0.01
Lorod	1	25920	16200	298	87	141	30	0.21
Mencuci 1	1	25920	16200	16	1659	2696	30	0.01
Mencuci 2	1	25920	16200	13	1945	3161	30	0.01
Bironi	5	25920	16200	5732	23	37	30	0.82
Pewarnaan 2	1	25920	16200	12	2097	3408	30	0.01
Lorod	1	25920	16200	298.47	96.49	156.80	30	0.19
Mencuci 1	1	25920	16200	15.62	1843.60	2995.85	30	0.01
Mencuci 2	1	25920	16200	13.32	2161.46	3512.37	30	0.01

Waktu kerja Batik Farras dimulai pada pukul 08.00 sampai pukul 16.00 WIB dengan hari kerja dari hari senin sampai hari sabtu. Jam lembur ditentukan maksimal 5 jam/hari. Estimasi untuk waktu produktif adalah 90% dari jumlah jam kerja yang tersedia. Tabel 1. Hasil Perhitungan *Resource* Batik Tulis menunjukkan bahwa utilisasi pada stasiun kerja membatik adalah 1,47% yang berarti target produksi perhari tidak dapat dicapai pada stasiun kerja ini sehingga diperlukan penambahan kapasitas pada stasiun kerja ini. Kendala yang sama terjadi pada stasiun kerja membuat pola yang memiliki prosentasi utilisasi 100%. Stasiun kerja membuat pola memang dapat mencapai target produksi perhari namun mempertimbangkan banyaknya pekerja pada stasiun kerja ini hanya satu orang dan pekerjaan ini membutuhkan keahlian khusus yang tidak dapat digantikan oleh orang lain, maka stasiun kerja ini juga membutuhkan penambahan kapasitas. Kedua stasiun kerja inilah yang menjadi kendala sehingga produktivitas perusahaan menurun.



Forgaty, dkk (1991) menyebutkan bahwa pendekatan Theory of Constraints sangat tepat digunakan untuk menjadwalkan produksi dengan kondisi kapasitas resource yang tidak seimbang. Dimana stasiun kerja yang memiliki kapasitas terbatas diidentifikasi sebagai *constraint*. Stasiun kerja yang memiliki kapasitas terbatas akan memiliki waktu proses yang sangat lama sehingga menyebabkan terjadinya *bottleneck* dan meningkatkan jumlah WIP. Peningkatan WIP ini tentunya akan menyebabkan kenaikan biaya inventori. Untuk itu perlu adanya pengendalian terhadap *constraint* tersebut untuk meminimasi *bottleneck*.

Penelitian lain sebagai literatur mengenai penjadwalan produksi tentang pembuatan jadwal produksi untuk order MTO di industri percetakan (Prima, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan makespan penjadwalan produksi yang dibuat menggunakan beberapa metode, yaitu metode Nawaz Ensore Ham (NEH), Shortes Processing Time (SPT), dan Long Processing Time (LPT). Hasilnya didapatkan metode NEH dan LPT memiliki makespan lebih baik dibanding metode FCFS untuk naskah hitam putih, sedangkan untuk naskah berwarna, makespan NEH, FCFS, SPT, dan LPT tidak berbeda signifikan. Penelitian mengenai penjadwalan produksi untuk MTO order di industri aluminium, dimana metode yang digunakan untuk melakukan permintaan menggunakan jaringan syaraf tiruan sedangkan untuk penjadwalan produksi menggunakan metode Nawaz, Ensore Ham (NEH) dan Heuristik Pour (Sari, 2016). Dengan metode NEH dan Heuristik Pour menghasilkan penjadwalan menjadi lebih baik, dilihat dari nilai makespan yang lebih kecil dibandingkan makespan aktual saat digunakan untuk menjadwalkan produksi. Ebadian dkk (2008) membuat sistem pendukung keputusan untuk menerima atau menolak order MTO dengan tujuan memaksimalkan profit dan market share. Struktur sistem yang diusulkan terdiri dari lima tahap, yaitu dua tahap pertama berupa sekumpulan aturan untuk menerima order yang datang, tahap selanjutnya berupa model program matematika untuk menghitung harga yang optimal dan *delivery date* dari order yang telah diterima, tahap keempat berupa sekumpulan aturan untuk negosiasi dengan customer mengenai harga dan waktu pengiriman produk, sedangkan tahap terakhir adalah menyeleksi supplier atau subcontractor untuk menyediakan sumber daya yang dibutuhkan dari semua order yang telah diterima perusahaan.

Selain produk *make to stock*, Batik Farras juga menerima produk *make to order* sehingga penelitian sebelumnya mengenai sistem produksi gabungan *make to stock* dan *make to order* perlu dikaji sebagai literatur. Penelitian yang fokus terhadap sistem produksi *hybrid* antara MTS dan MTO jumlahnya masih belum signifikan, beberapa diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Kalantari dkk (2010) mengenai sistem pendukung keputusan untuk menerima atau menolak order dalam sistem produksi *hybrid* MTS/MTO. Sistem yang dibuat terdiri dari lima tahap yaitu tahap pertama memprioritaskan pelanggan menggunakan metode Fussy TOPSIS, tahap kedua menghitung *rough cut* kapasitas dan *inventory* dimana jika kapasitas dan material tidak tersedia maka order akan di tolak, tahap ketiga adalah menentukan harga dan tanggal pengiriman untuk order yang tidak di-*reject* dengan menggunakan metode *mix-integer programming*, tahap keempat adalah membuat *guidance* untuk menegosiasikan kelebihan harga dan due date dengan *customer*, dan tahap terakhir adalah menerima order dan dijadikan acuan dalam pembuatan jadwal produksi jika *customer* sepakat dengan harga dan *delivery date* yang ditawarkan.

Chang dkk (2003) membangun model *heuristic production activity control* (PAC) untuk sistem produksi MTS dan MTO pada industri semikonduktor. Model *heuristic* PAC yang diusulkan terdiri dari tiga sub modul yaitu *bottleneck identification sub-module*, *order releasing sub-module*, dan *order dispatching sub-module*. *Bottleneck identification sub-module* merupakan tahap pengidentifikasian *bottleneck* sebagai indikator banyaknya kapasitas *resource* yang tersedia dan yang di request selama periode planning produksi dengan inputan berupa informasi mengenai *workstation* (jumlah mesin, karakteristik mesin, waktu proses, dan utilisasi), WIP yang sedang diproses, dan kuantitas order MTO-MTS yang dirilis ke rantai produksi. *Workstation* dengan utilisasi yang tinggi diidentifikasi sebagai *bottleneck*, utilisasi 80% sebagai batasan kapasitas *resource*, dan *workstation* yang tersisa diidentifikasi sebagai *non-bottleneck workstation*. Pada tahap *order releasing* sub-module dilakukan penentuan urutan MTO dan MTS produk, waktu rilis order ke rantai produksi, waktu riil urutan merilis order MTS produk, dan jadwal rilis. Sedangkan pada *order dispatching sub-module* dilakukan monitoring *due date* untuk MTO produk dan WIP untuk MTS produk dengan inputan modul berupa alokasi kapasitas dari *bottleneck identification sub-module* dan jadwal rilis order dari *order dispatching sub-module*.

Soman dkk (2006) membuat penelitian tentang perencanaan kapasitas dan penjadwalan produksi *hybrid* kombinasi MTS dan MTO untuk industri makanan. Ada lima tahap untuk membuat penjadwalan produksi *hybrid* pada penelitian ini, yaitu tahap pertama menentukan list kandidat untuk order produksi setiap awal minggu, daftar order terdiri dari banyaknya order MTO dan MTS yang akan di produksi pada

minggu tersebut. Untuk order yang tidak memungkinkan diproduksi pada minggu selanjutnya akan masuk kedalam daftar tunggu dan akan dikerjakan pada minggu tersebut hanya jika ada sisa kapasitas yang menganggur. Tahap kedua yaitu Membuat urutan produksi berdasarkan due date masing-masing order dengan metode Earliest Due Date (EDD). Tahap ketiga menentukan jumlah produk yang akan di produksi, dimana jumlah order MTO sesuai dengan pesanan sedangkan untuk MTS jumlahnya disesuaikan dengan alokasi kapasitas namun tetap memenuhi jumlah minimum yang ditargetkan. Tahap keempat pengecekan kelayakan berdasarkan tiga parameter, yaitu: produk MTO harus selesai sebelum *due date*, menghindari *stock out* untuk produk MTS, dan total *makespan* kurang dari atau sama dengan total kapasitas waktu yang tersedia perminggu. Jika jadwal produksi yang dibuat pada periode tersebut sudah layak dan masih ada sisa kapasitas waktu yang tersedia maka akan dialokasikan untuk memproduksi beberapa produk untuk stock periode selanjutnya. Tahap kelima yaitu mengimprove jadwal produksi yang tidak *feasible*. Jika produksi tidak dapat memenuhi *due date* order MTO atau MTS order tidak selesai sebelum *run-out time* maka dilakukan perubahan urutan produksi. Jika jadwal masih belum *feasible* maka alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan menambah kapasitas melalui *outsourcing* atau dilakukan penundaan pengiriman barang kepada customer.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang telah dijabarkan pada paragraph diatas, karena karakteristik pembuatan batik tulis berbeda dengan produk lain dalam penelitian yang menjadi literatur penulis. Urutan produksi batik tulis cenderung memiliki kesamaan dan kapasitas produksinya sangat bergantung pada stasiun kerja membuat pola dan membatik maka strategi penjadwalan yang paling tepat digunakan yaitu *flowshop* dengan pendekatan *theory of constraint*. Selain itu, pembuatan simulasi serta analisa untuk membuat penjadwalan *hybrid* MTS/MTO diperlukan agar didapatkan profit yang optimal. Tiga skenario akan dibuat untuk membuat analisa penjadwalan *hybrid* yang tepat, yaitu: pengerjaan MTO dahulu, MTS dahulu, atau pengerjaan MTO dan MTS yang bersamaan. Dari ketiga skenario tersebut akan dianalisa *cost dan profit*, kemudian dipilih skenario yang paling optimal untuk dijadikan sebagai usulan. Skenario yang terpilih akan dijadikan acuan untuk membuat jadwal produksi sehingga perusahaan dapat mengestimasi *lead time* order yang datang.

## 2. LANDASAN TEORI

### a) Proses Pembuatan Batik Tulis

Proses pembuatan batik tulis motif Sekar Jagad adalah sebagai berikut.

1. Pemotifan: proses menggambar pola diatas kain mori dengan pensil dan mal (cetakan motif).
2. Membatik: proses menutupi motif dengan malam.
3. Pewarnaan : proses pewarnaan dengan bahan-bahan sintesis yang bernama Naptol, setelah diwarnai selanjutnya dilakukan penggaraman, kemudian pewarnaan tersebut diulang 1 kali lagi.
4. Penguncian: proses merendam mori yang sudah pewarnaan kedalam cairan yang berupa air 1 liter dan HCL atau dengan cuka.
5. Bironi: proses menutupi warna dengan malam agar warna tersebut tidak tercampur warna lain. Proses penutupan warna menggunakan malam cair dan canting.
6. Nglorod: proses membuang malam pada kain dengan cara merebus mori yg sudah yang sudah dibironi dan diwarnai dengan air panas sehingga malam yang menempel akan hilang dan tinggalah warna yang menempel pada mori.

### b) Theory of Constraint

*Theory of Constraint* (TOC) diperkenalkan oleh Goldratt pada akhir tahun 1970an, merupakan suatu filosofi manajemen yang berdasarkan prinsip-prinsip *continuous improvement* melalui pemfokusan perhatian pada *system constraint*. Terdapat 5 langkah dalam TOC untuk memperbaiki sistem (Aquilano, 2004) yaitu :

1. identifikasikan *system constraint*,
2. eksploitasi *constraint*,
3. subordinasikan semua bagian lain ke stasiun *constraint*,
4. tingkatkan kemampuan stasiun *constraint* untuk memecahkan masalah,
5. jika *constraint* sudah terpecahkan dan muncul *constraint* baru maka kembali ke langkah pertama.

### c) Drum Buffer Rope

Drum adalah ritme produksi yang ditetapkan untuk mengatasi kendala sistem (Gasperz, 2001). Stasiun ini akan menunjukkan laju produksi (*throughput*) dari sistem. Karena stasiun ini menjadi laju produksi keseluruhan sistem, maka stasiun ini perlu mendapatkan perlindungan terhadap fluktuasi dan

gangguan yang terjadi pada sistem. Perlindungan ini diberikan untuk mencegah stasiun kendala menganggur karena terjadi fluktuasi dalam sistem.

*Buffer* berfungsi agar laju produksi tidak terganggu oleh gangguan pada sistem, oleh karena itu *buffer* ini disebut juga *buffer* pelindung (*protective buffer*). *Buffer* atau penyangga terbagi menjadi 2 macam, yaitu (Umble & Srikanth, 1996).

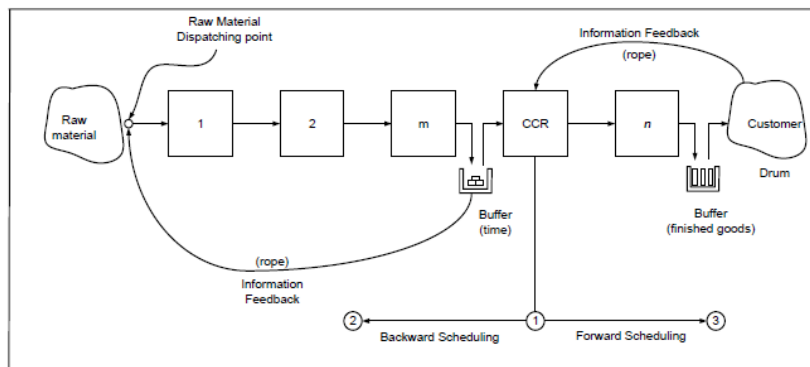
#### 1) Time Buffer

Waktu yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk melindungi laju produksi (*throughput*) sistem dari gangguan yang selalu terjadi dalam sistem produksi.

#### 2) Stock Buffer

Produk akhir maupun produk antara yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk memperbaiki sistem produksi dalam hal menanggapi permintaan.

*Rope* adalah suatu proses komunikasi dari stasiun kendala kepada operasi awal (*gating operation*) untuk memeriksa atau membatasi material yang diberikan kepada sistem (Gaspersz, 2001). Adanya *rope* ini akan mengurangi jumlah persediaan yang terjadi di setiap stasiun kerja dan menjaga pada tingkat tertentu yang sesuai. Karena setiap stasiun akan melakukan produksi sesuai dengan kebutuhan stasiun konstrain, bukan sesuai kapasitasnya.



Gambar 1. BDR dengan dua *feedback loops* (Sipper, 1997)

### 3. METODE PENELITIAN

#### a) Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah proses produksi batik tulis di IKM Batik Farras yang terletak di desa Sembungan, Gulurejo, Lendah, Kulonprogo, Yogyakarta. Jadwal produksi dibuat untuk produk make to stock dan make to order batik tulis.

#### b) Tahapan Penelitian

Tahap penelitian digambarkan pada Gambar 2. Diagram Alir Penelitian dengan penjelasan sebagai berikut:

##### 1. Literature review dan observasi lapangan

Literature review bertujuan untuk memperoleh referensi mengenai teori maupun metode penelitian dari kasus serupa yang telah dilakukan penelitian sebelumnya. Tahapan ini juga berguna untuk mendapatkan bukti orisinalitas penelitian yang dilakukan jika dibandingkan dengan penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya.

Observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual di lapangan untuk mendapatkan informasi yang berguna bagi kepentingan penelitian.

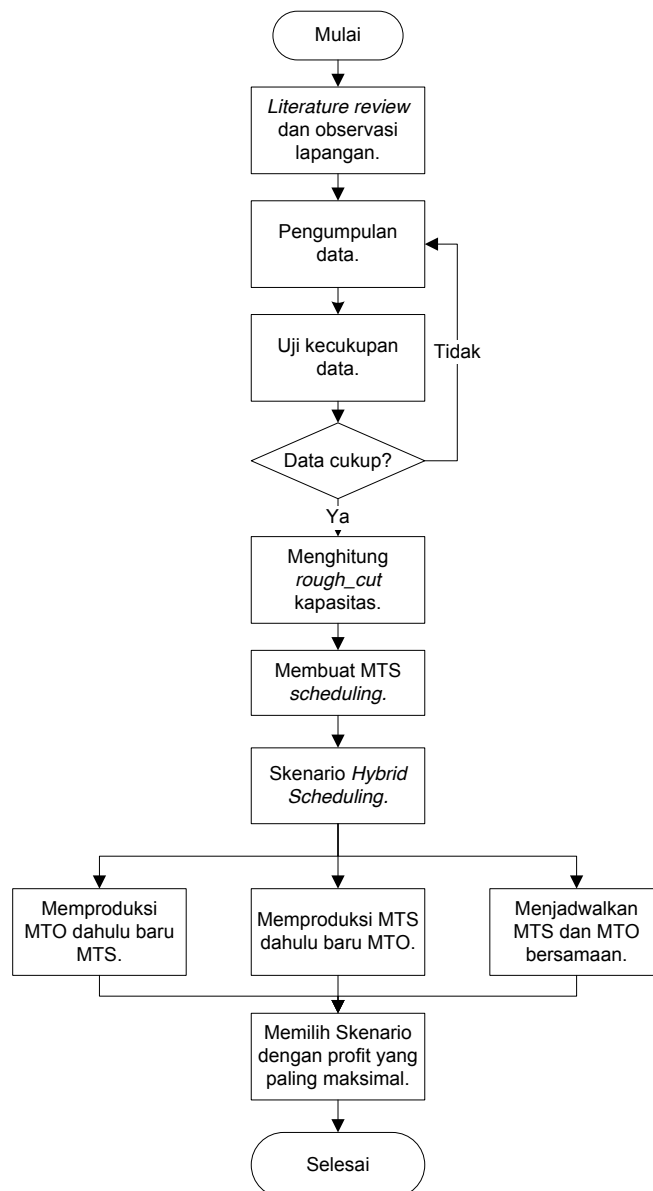
##### 2. Pengumpulan data.

Pada tahap ini peneliti melakukan pengukuran waktu kerja di masing-masing workstation untuk mendapatkan waktu proses yang dijadikan acuan dalam penghitungan *rough cut* kapasitas dan pembuatan jadwal produksi. Selain waktu proses, peneliti juga mengumpulkan data lain seperti data biaya produksi yang mencakup biaya reguler dan overtime tenaga kerja, biaya subcontract, biaya material, serta data harga jual produk. Yang mana data tersebut digunakan untuk menganalisa profit perusahaan.

##### 3. Uji kecukupan data

Pada tahap ini, peneliti memverifikasi kecukupan data yang diperoleh untuk keperluan pengolahan data selanjutnya.

4. Menghitung *rough\_cut* kapasitas  
Peneliti menghitung dan menganalisa kapasitas masing-masing stasiun kerja berdasarkan waktu proses dan volume produksi dari masing-masing stasiun kerja.
5. Membuat Penjadwalan MTS *Scheduling*.  
Setelah diketahui kapasitas masing-masing stasiun kerja dan target produksi motif Sekar Jagad, kemudian dilakukan pembuatan jadwal produksi untuk produk MTS dengan metode pendekatan *theory of constraint*. Metode ini dipilih karena kapasitas masing-masing stasiun kerja pada proses pembuatan batik tulis tidak seimbang dan proses berjalan *dependent*, tergantung dari output proses sebelumnya sehingga tidak memungkinkan dilakukan *line balancing* dengan mengarrange proses produksinya.
6. Skenario *hybrid scheduling*.  
Setelah dilakukan penjadwalan produk MTS, kemudian dibuat skenario untuk memasukkan jadwal produk MTO. Ada tiga skenario, yaitu: produksi MTO didahulukan baru produksi MTS, Produk MTS dibuat terlebih dahulu baru produk MTO, atau produk MTS dan MTO dibuat bersamaan tiap harinya.
7. Memilih Skenario dengan Profit yang Paling Maksimal  
Dari ketiga skenario yang telah dibuat sebelumnya, kemudian dianalisa *cost* dan *revenue* perusahaan, sehingga diperoleh profit dari masing-masing skenario. Skenario dengan profit paling banyak yang akan dipilih untuk dijadikan usulan bagi perusahaan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

#### 4. KESIMPULAN DAN PENELITIAN SELANJUTNYA

Dari hasil kajian teori dan pengamatan di lapangan, dapat disimpulkan bahwa.

- Batik Farras menerapkan strategi *make to stock* dan *make to order* untuk menanggapi *demand* batik tulis.
- Metode penjadwalan yang paling tepat untuk kondisi pembuatan batik tulis di Batik Farras adalah metode *Drum Buffer Rope*.
- Constraint* dalam penjadwalan produksi batik tulis di Batik Farras adalah stasiun kerja membuat pola dan membatik. Untuk itu diperlukan *buffer* baik *buffer time* atau *buffer stock* bagi kedua stasiun *constrain* tersebut agar produktivitas optimal.
- Perlu dilakukan simulasi, analisa kapasitas *resource*, dan analisa *cost* untuk menentukan metode yang paling tepat dalam penjadwalan *hybrid scheduling* MTS/MTO.

Selanjutnya penulis akan melakukan pengambilan data mengenai *resource* produksi dan data produk *make to stock* dari customer di Batik Farras. Data waktu produksi digunakan untuk membuat

model yang kemudian disimulasikan dan dianalisa untuk mengetahui kapasitas *resource*. Selain itu, simulasi juga diperlukan untuk menganalisa skenario yang akan diterapkan dalam penjadwalan *hybrid* MTS/MTO. Data cost produksi diperlukan untuk perhitungan profit yang akan dijadikan sebagai parameter pemilihan scenario untuk membuat penjadwalan sistem produksi *hybrid*.

## PUSTAKA

- Baker, K dan Trietsch, D., 2009., *Principle of Sequencing and Scheduling*, John Wiley Sons, Inc., New Jersey.
- Bedworth, D. D. & Cao, J., 2002, *Flow Shop Scheduling in Serial Multi-Product Processes With Transfer and set-up Times*, Department of Industrial Engineering, Arizona State University.
- Beemsterboer, B., Land, M., and Teunter, R., 2016, Hybrid MTO-MTS production planning: An explorative study, *European Journal of Operational Research*, vol.248, pp. 453–461.
- Chang, S.H., Pai, P.F., Yuan, K.J., Wang, B.C., and Li, R.K., 2003, Heuristic PAC model for hybrid MTO and MTS production environment, *Int. J. Production Economics*, vol. 85, pp. 347–358.
- Fogarty, D., Blackstone, J.H., dan Hoffman, T.R., *Production & Inventory Management 2th Edition*, Ohio: South-Western Pubhllising Co.
- Ginting, R., 2009, *Penjadwalan Mesin*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hakim, N. A., 1999, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Guna Widya, Surabaya.
- Kalantari, M., Rabbani, M., and Ebadian, M., 2010, A decision support system for order acceptance/rejection in hybrid MTS/MTO production systems, *Applied Mathematical Modelling*, vol. 35, pp.1363–1377.
- Morton, T. and Pentico, D., 1993, *Heuristic Scheduling System with Application to Production System and Project Management*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- Prima, F., 2015., *Tesis: Penjadwalan Produksi pada Industri Penerbitan dan Percetakan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ruiz, R. and Vazquez-Rodriguez, J. A., 2010, The hybrid flow shop scheduling problem, *European Journal of Operational Research*, vol. 205, pp.1-18.
- Sari, I.R., 2016, *Tesis:Penjadwalan Flow Shop Untuk Meminimalkan Makespan Berdasarkan Peramalan Permintaan Dengan Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus di IKM ED Aluminium Yogyakarta)*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sari, I.R., 2015, *Skripsi: Perencanaan Produksi Agregat Berdasarkan Peramalan Permintaan Produk Dengan Menggunakan Pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan Model Backpropagation (Studi Kasus di IKM ED Aluminium Yogyakarta)*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soman, C.A., Donk, D.P., and Gaalman, C.J.C., 2007, Capacitated planning and scheduling for combined make-to-order and make-to-stock production in the food industry: An illustrative case study, *Int. J. Production Economics*, vol.108, pp.191–199.
- Suryani, A.P., 2011, *Skripsi: Perancangan Program Aplikasi Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Nawaz, Enscore and Ham (NEH)*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

## PENGUKURAN RANGE OF MOTION SENDI PANGGUL MANUSIA SAAT DIGUNAKAN UNTUK GERAKAN SALAT MENGGUNAKAN MODEL KERANGKA MANUSIA

Rifky Ismail<sup>1,2\*</sup>, Abdul Haris<sup>1</sup>, Eko Saputra<sup>1</sup>, Yogi Reza Ramadhan<sup>2</sup>, Asep Santoso<sup>3</sup>, Iwan Budiwan Anwar<sup>3</sup> dan Jamari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460059

<sup>2</sup>Center for Biomechanics, Biomaterial, Biomechatronics and Biosignal processing  
(CBIOM3S), Universitas Diponegoro  
Laboratorium Terpadu, Lantai 5, Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

<sup>3</sup>RS Ortopedi Prof. DR. R. Soeharso Surakarta  
Jl. Jend. Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57162, Indonesia  
Telp: (271) 714458

\*E-mail: r\_ismail@undip.ac.id

### ABSTRAK

Penyediaan data Range of Motion (RoM) pada sendi panggul buatan saat digunakan untuk salat (ibadah umat islam) dipandang penting. Dokter ortopedi selama ini menyarankan pasien yang menggunakan sendi panggul buatan menjalankan salat dengan mayoritas gerakan duduk di kursi. Hal ini disebabkan gerakan salat memberikan RoM yang berlebihan pada pengguna sendi panggul buatan. Pada penelitian sebelumnya, telah diambil data pengukuran sejumlah responden saat melakukan gerakan salat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran RoM pada model kerangka manusia saat digerakkan pada posisi salat. Enam gerakan dasar salat yang diteliti adalah berdiri, ruku', sujud, duduk diantara 2 sujud, duduk tashyahud akhir dan gerak transisi menjelang berdiri pada sendi panggul kaki kanan dan kiri. Sudut yang diukur adalah flexion, abduction dan rotation (internal/eksternal) menggunakan alat ukur goniometer. Pengukuran menggunakan model kerangka manusia di RS Ortopedi Soeharso Solo dengan skala 1:1 dengan dibantu oleh tim residen bedah ortopedi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerakan sujud memiliki RoM flexion terbesar mencapai 101°. Gerak transisi dari sujud menuju berdiri memiliki gerak flexion terbesar, yaitu 145° yang dapat menghasilkan benturan (impingement) anatar liner dengan stem pada komponen sendi panggul buatan. Rekomendasi dokter ortopedi telah tepat secara engineering berkaitan dengan gerakan salat selain berdiri perlu dilakukan diatas kursi jika menggunakan sendi panggul yang ada di pasar saat ini.

**Kata Kunci:** range of motion; sendi panggul; gerakan salat; kerangka manusia

### 1. PENDAHULUAN

#### a) Sendi Panggul Manusia

Tubuh manusia memiliki beberapa sendi, seperti sendi leher, sendi bahu, sendi siku, sendi pergelangan tangan, sendi panggul, sendi lutut dan sendi pergelangan kaki. Dari beberapa sendi ini, sendi panggul (*hip joint*) adalah salah satu penting yang di dalam tubuh manusia karena menghubungkan antara tulang panggul (*pelvis*) dengan tulang paha (*femur*) dan menyangga beban cukup besar dari tubuh manusia serta memiliki derajat kebebasan gerak yang paling luas. Sendi bahu juga memiliki keleluasaan gerak yang cukup besar, hanya dalam keseharian tidak mendapatkan beban tubuh yang besar.

Kerusakan pada sendi panggul dapat disebabkan oleh karena berbagai faktor seperti peradangan jaringan *cartilage*, berkurangnya cairan sinovial atau trauma kecelakaan. Kerusakan sendi panggul ini seringkali membutuhkan perbaikan dengan cara melakukan penggantian dengan sendi panggul alami dengan sendi panggul buatan (*artificial hip joint*). Contoh studi kasus foto X-Ray pasien di RS Ortopedi Soeharso Solo yang salah satu sendi panggulnya telah mengalami penggantian terlihat pada Gambar 1.

Pengantian pada sendi panggul alami menjadi sendi panggul buatan pada pasien menjadikan pasien memiliki gerakan yang terbatas. Pada umumnya, pasien yang telah mengalami operasi penggantian sendi panggul buatan (*total hip replacement* - THR) disarankan oleh dokter ortopedi untuk membatasi gerakan tubuh untuk menjaga risiko adanya benturan antarkomponen sendi panggul (*impingement*) atau lepasnya

bola *femoral* dari mangkok *acetabular* (dislokasi). Gerakan yang tidak direkomendasikan dilakukan oleh pasien contohnya adalah: berlari, jongkok dan salat normal (Ismail, dkk., 2015).

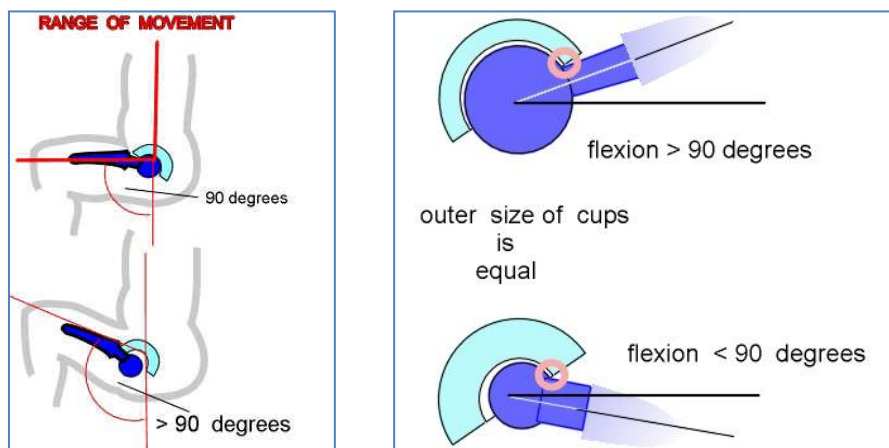


Gambar 1. Pemasangan AHJ dan jenis komponen artificial hip.

#### b) Range of Motion

Secara engineering, dokter ortopedi masih belum memiliki data, kapan sendi panggul buatan akan mengalami *impingement* atau dislokasi jika pasien melakukan gerakan berlebihan dengan sendi panggul buatan tertanam di badannya. Khususnya berkaitan dengan gerakan salat yang wajib dijalankan oleh pasien muslim. Dokter hanya menyarankan bagi pasien muslim, dalam menjalankan ibadah salat, direkomendasikan gerakan ruku', sujud, duduk di antara dua sujud dan duduk tahiyat akhir dilakukan diatas kursi untuk menghindari terjadinya *impingement* atau dislokasi (Ismail, dkk., 2014).

Langkah awal dari upaya mengveluasi pengaruh gerakan salat terhadap posisi sendi panggul dan sudut yang terbentuk adalah dengan melakukan penelitian mengenai jangkauan gerak (*range of motion/movement*). Secara umum jangkauan gerak yang membahayakan pasien dijelaskan pada Gambar 2. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh berbagai peneliti untuk membahas gerakan manusia dan dampaknya terhadap sendi panggul (Hemmerich, dkk., 2006; Kluess, dkk., 2007; Moreno-Pérez, dkk., 2016; Mulholland, dkk., 2001; Saputra, dkk., 2014; Sugano, dkk., 2012). Penelitian ini dijadikan dasar *engineering* oleh dokter untuk memberikan rekomendasi terhadap pasien dengan memberikan batasan jangkauan gerak untuk beberapa aktifitas yang diperbolehkan untuk pasien.



Gambar 2. Jangkauan gerak sendi panggul buatan saat digunakan dengan sudut kurang dari dan lebih dari 90° serta efek yang ditimbulkannya

#### c) Gerakan Salat

Di Indonesia, pemeluk agama Islam adalah mayoritas dari jumlah penduduk berdasarkan klasifikasi agama yang dipeluk. Analisis umum menjelaskan bahwa gerakan salat dapat menyebabkan



*impingement* pada komponen *acetabular liner* yang dibuat menggunakan bahan *Ultra High Molecular Weight Polyethylene* (UHMWPE). Jika *impingement* dilakukan berulang dapat menimbulkan dislokasi yang terjadi pada *acetabular liner* dan mengakibatkan pasien membutuhkan reparasi sendi AHJ di masa mendatang.

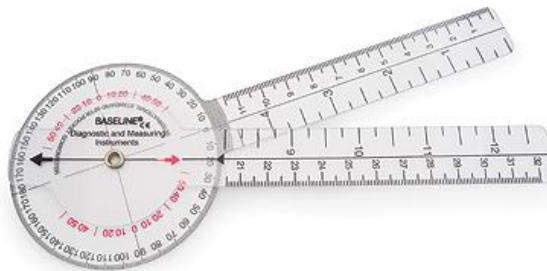
Gerakan salat normal secara umum terdiri dari beberapa gerakan dasar: (a) berdiri, (b) membungkuk (*ruku'*), (c) sujud, (d) duduk, (e) duduk tahiyat akhir dan (f) gerak transisi dari duduk menuju berdiri. Pasien muslim pasca THR disarankan oleh dokter ortopedi untuk menjalankan ibadah salat dengan cara menggantikan beberapa gerakan normal dengan gerakan di atas kursi merasakan kekhususan ibadah salatnya berkurang. Data pengukuran jangkauan gerak RoM bagi orang Indonesia saat melakukan gerakan salat menjadi data ilmiah yang sangat penting untuk memberikan masukan secara *engineering* kepada dokter ortopedi, apakah gerakan salat normal berbahaya bagi pasien. Dalam penelusuran artikel ilmiah, belum banyak ilmuwan di dunia yang membahas mengenai gerakan salat khususnya untuk sendi panggul buatan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas kaitan antara gerakan salat dengan sendi angkul buatan (Ismail, dkk., 2014; Ismail, dkk., 2015; Jamari, dkk., 2014) dan sendi lutut dengan gerakan salat (Istari, dkk., 2015). Pengukuran gerakan ini tidak melibatkan penggunaan kerangka manusia untuk peralatan penelitian, melainkan menggunakan simulasi komputer atau model manusia secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jangkauan gerak (RoM) sendi panggul saat digunakan menjalankan ibadah salat menggunakan alat bantu kerangka tulang manusia yang dimiliki oleh RS Ortopedi Soeharso Solo. Hal ini dapat bermanfaat untuk memberikan data tambahan kapan sendi panggul buatan akan mengalami *impingement* atau dislokasi jika pasien melakukan gerakan berlebihan dengan sendi panggul buatan tertanam di badannya. Khususnya berkaitan dengan gerakan salat yang wajib dijalankan oleh pasien.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi dari penelitian ini berisi penggunaan alat ukur, penyiapan alat bantu penggerak kerangka dan proses pengukuran jangkauan gerak sendi panggul pada kerangka. Alat ukur jangkauan gerak sendi lutut dilakukan menggunakan alat goniometer, yaitu alat yang digunakan untuk mengukur jangkauan gerak sudut pada sendi atau Range of Motion (RoM) sebagaimana terlihat pada Gambar 3. Secara konsep goniometer merupakan sebuah busur yang memiliki perpanjangan lengan untuk membantu proses pengukuran yang lebih presisi dengan bantuan garis bantu pada lengan busur.



Gambar 3. Contoh alat ukur goniometer

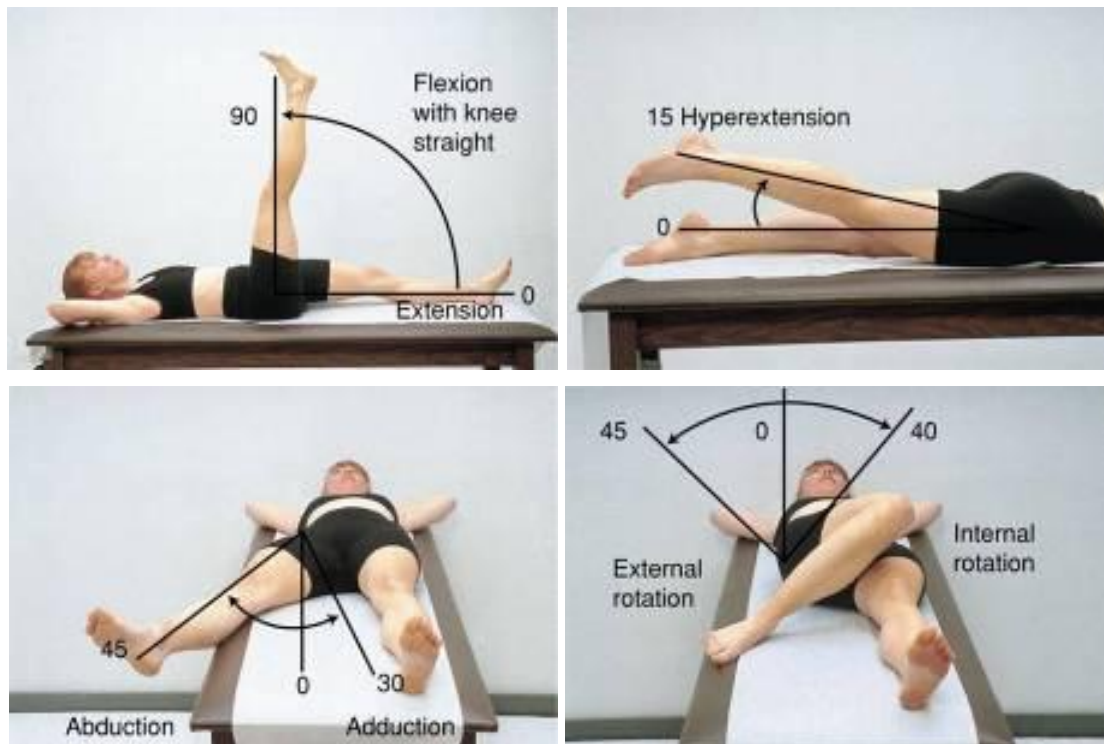


**Gambar 4. Kerangka manusia yang digunakan dan penggunaan alat ukur goniometer untuk pengukuran sendi panggul.**

Gambar 4 menunjukkan model kerangka manusia yang dimiliki oleh RS Ortopedi dr. Soeharso Solo yang merupakan skala dari kerangka manusia dengan perbandingan 1:1. Berdasarkan penjelasan tim dokter, diketahui bahwa kerangka ini adalah kerangka pria dengan salah satu ukuran yang dijadikan standar dalam bidang kedokteran. Kerangka ini digerakkan sedemikian hingga dapat mengikuti gerakan salat. Alat bantu gerak yang terdiri dari frame logam dan tali baja yang terhubung dengan kerangka manusia didesain dan dipasang saat pengukuran untuk menjaga stabilitas kerangka saat diukur gerakan salat. Sebagai contoh saat gerak ruku', tali baja dan frame logam ini menjaga agar kerangka tidak kembali naik ataupun roboh ke bawah.

Proses pengukuran gerak sendi (*range of motion*) pada penelitian ini dilakukan dengan meletakkan goniometer pada titik pusat sendi. Pemilihan titik pusat sendi ini ditetapkan dengan panduan tim dokter dari RS Ortopedi dr. Soeharso Solo. Gambar 4 menunjukkan proses pengukuran yang dilakukan terhadap kerangka saat digerakkan posisi ruku'. \*\*)

Terdapat 3 pasang gerakan sendi panggul yang diukur dalam penelitian ini, yaitu: *flexion* dan *extension*, *abduction* dan *adduction* serta internal dan eksternal *rotation*. Gambar 5 menjelaskan masing-masing gerakan sendi panggul yang diukur dalam penelitian ini. Sendi panggul adalah salah satu jenis sendi tubuh yang memiliki keleluasaan gerak cukup besar pada tubuh manusia.



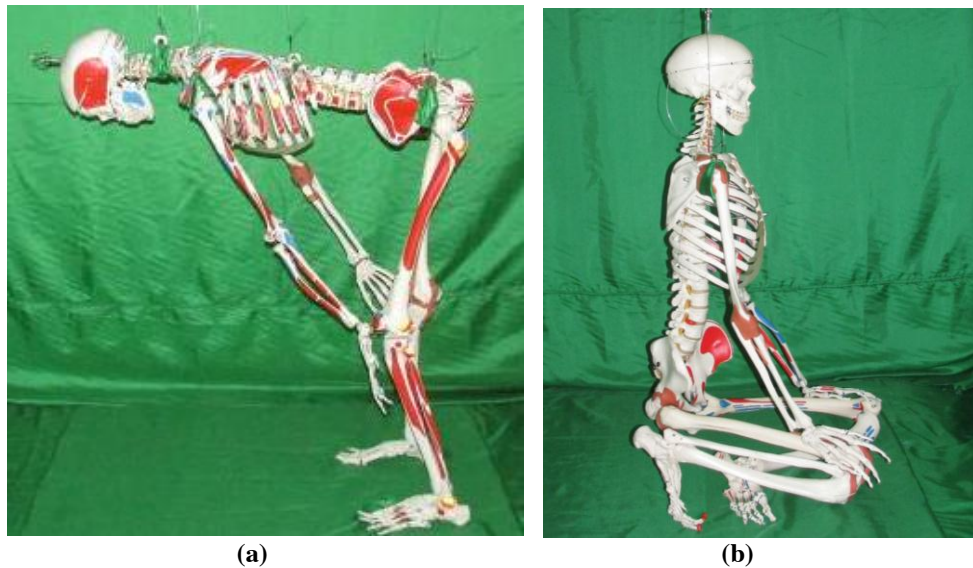
Gambar 5. RoM sendi panggul manusia (<http://biology-forums.com>, 2013)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengukuran dilakukan terhadap enam dasar gerakan salat: (a) berdiri, (b) membungkuk (ruku'), (c) sujud, (d) duduk, (e) duduk tahiyat akhir dan (f) gerak transisi dari duduk menuju berdiri. Gerak transisi yang dimaksud dalam pengukuran ini adalah gerak yang dilakukan dari posisi sujud, kemudian duduk dan dilanjutkan menuju berdiri. Gerak ini digunakan baik dari gerakan sujud maupun dari gerak tahiyat awal salat. Beberapa foto posisi gerakan salat dapat dilihat pada Gambar 6 yang menunjukkan contoh gerak salat dengan model kerangka manusia yang diposisikan untuk gerak ruku' dan duduk diantara 2 sujud.

Proses pengukuran gerakan salat yang telah dilakukan dalam penelitian sendi manusia terdiri dari pengukuran secara langsung menggunakan goniometer. Hasil dari pengukuran yang telah dilakukan diperlihatkan pada Tabel 1. Hasil pengukuran tersebut memperlihatkan bahwa beberapa gerakan dalam salat menghasilkan sudut *flexion* yang lebih dari 90°, yaitu gerak ruku', gerak duduk tahiyat akhir dan gerak transisi dari duduk akan berdiri. Nilai tertinggi dijumpai pada gerak transisi yang nilainya mencapai

145° untuk sudut *flexion*. Gerak ini jelas memicu terjadinya *impingement* atau benturan antara *femoral stem* dengan *liner* pada komponen sendi panggul buatan sebagaimana telah disimulasikan oleh Ismail, dkk. (2015).



Gambar 6. Contoh gerakan salat yang disimulasikan pada kerangka manusia: (a) rukuk', (b) duduk diantara dua sujud.

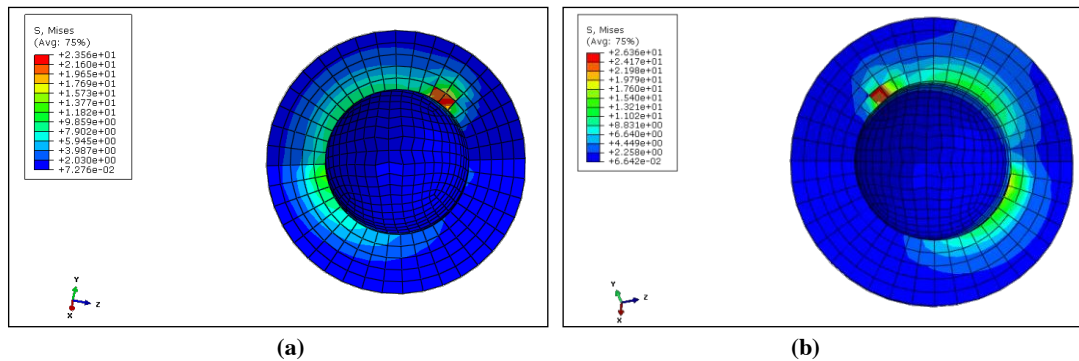
Tabel 1. Hasil pengukuran yang telah didapatkan pada model kerangka manusia untuk serangkaian gerakan salat

Gerakan	Range of motion		
	Flexion (°)	Abduction (°)	Rotation (°)
Rukuk	95°	0°	0°
Sujud	101°	20°	20°
Duduk di antara dua sujud			
• Kaki kanan	80°	40°	40° (internal)
• Kaki kiri	80°	20°	35° (eksternal)
Tasyahud akhir			
• Kaki kanan	98°	22°	40°(internal)
• Kaki kiri	85 °	0°	40 °(eksternal)
Transisi sujud ke berdiri	145°	15°	0°

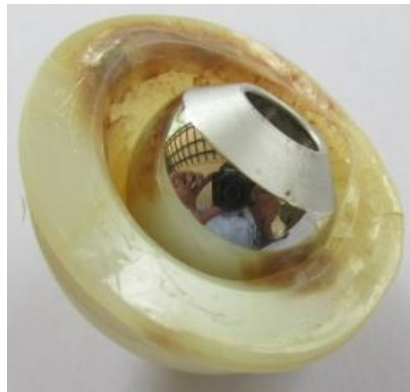
Jika *range of motion* untuk gerak *flexion* mencapai lebih dari 90 ° dan dilakukan secara berulang, dalam simulasi menggunakan metode elemn hingga dilaporkan terjadi benturan pada komponen sendi panggul buatan. Contoh benturan dalam simulasi ini diperlihatkan pada Gambar 7 yang menunjukkan kenaikan tegangan kontak pada komponen sendi panggul buatan akibat benturan saat seseorang melakukan gerakan salat pada posisi duduk tahiyat akhir (Ismail, dkk., 2015). Jika benturan ini secara kontinyu dilanjutkan, maka akan mengakibatkan deformasi plastis pada komponen *liner* pada sendi panggul buatan, seperti terlihat pada Gambar 8.

Hasil pengukuran menggunakan kerangka manusia ini melengkapi data sebelumnya yang telah dilakukan dengan metode pengukuran RoM menggunakan model manusia dan simulasi komputer (Jamari, dkk., 2017). Pengukuran menggunakan kerangka manusia berpotensi menghasilkan pengukuran dengan nilai RoM yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena dalam proses pengukurannya tidak melibatkan jaringan otot, daging dan lemak yang secara alamiah dimiliki oleh manusia normal. Proses penekukan tulang sebagaimana dilakukan untuk posisi transisi memungkinkan tulang *femur* bertemu/nyaris berimpit dengan tulang *tibial* yang pada kenyataanya tidak mungkin terjadi karena terhalang oleh jaringan daging manusia. Pengukuran menggunakan model kerangka manusia ini

membantu memberikan diskripsi terhadap pasien dengan badan yang relatif kurus sehinggajaringan daging dan otot tidak banyak membungkus tulang yang mengakibatkan gerak RoM lebih besar.



Gambar 7. Naiknya tegangan kontak pada komponen liner sendi panggul buatan saat digunakan untuk melakukan gerakan tahiyat akhir: (a) kaki kanan dan (b) kai kiri



Gambar 8. Deformasi plastis pada sendi panggul buatan akibat benturan yang berulang (*impingement*).

Analisis dari hasil penelitian ini dan hasil peneltian sebelumnya disimpulkan bahwa gerakan salat bagi pasien dengan sendi panggul buatan yang tertanam di badannya perlu diatur oleh dokter ortopedi pasca menjalani THR (*total hip replacement*). Jika pasien menggunakan model dan geometri sendi panggul buatan yang ada di pasaran saat ini dan bermaksud melakukan gerakan salat, maka secara ilmiah hasil penelitian dalam paper ini membuktikan bahwa gerakan salat memberikan sudut range of motion *flexion* yang berlebih an memberi dampak pada *acetabular liner*.

Rekomendasi dengan meminta pasien menjalankan gerakan selain berdiri dengan gerakan di atas kursi adalah saran yang sudah tepat secara *engineering*. Gerakan-gerakan ini memberikan efek negatif apabila pasien memaksakan salat dengan gerakn normal pasca *total hip replacement*. UNDIP saat ini telah melakukan penelitian lanjutan dengan mengusulkan bentuk, model dan geometri AHJ yang sesuai untuk pasien di Indonesia yang dapat digunakan untuk menjalankan gerakan salat dengan aman tanpa menghasilkan *impingment* yang berlebihan dan hasil tegangan nya tidak melebihi tegangan luluh material acetabular liner UHMWPE. Desain dan simulasi menggunakan model baru ini akan dibahas pada paper berikutnya.

#### 4. KESIMPULAN

Paper ini membahas mengenai proses pengukuran dilakukan terhadap enam dasar gerakan salat: (a) berdiri, (b) membungkuk (ruku'), (c) sujud, (d) duduk, (e) duduk tahiyat akhir dan (f) gerak transisi dari duduk menuju berdiri. Penelitian dilakukan menggunakan model kerangka manusia yang berada di RS Ortopedi dr Soeharso Solo dengan alat ukur goniometer. Hasil dari pengukuran yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa beberapa gerakan dalam salat menghasilkan sudut *flexion* yang lebih dari 90° , yaitu gerak ruku', gerak duduk tahiyat akhir dan gerak transisi dari duduk akan berdiri. Nilai tertinggi dijumpai pada gerak transisi yang nilainya mencapai 145° untuk sudut *flexion*. Gerak ini jelas memicu adanya *impingement* atau benturan antara *femoral stem* dengan *liner* pada komponen sendi panggul buatan. Pengukuran menggunakan model kerangka manusia ini membantu memberikan diskripsi terhadap



pasien dengan badan yang relatif kurus sehinggajaringan daging dan otot tidak banyak membungkus tulang yang mengakibatkan gerak RoM lebih besar saat melakukan gerakan salat. Perlu adanya desain baru yang dapat digunakan bagi pasien dengan sendi panggul buatan untuk dapat menjalankan ibadah salat secara normal.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian melalui pendanaan Penelitian Unggulan Strategis Nasional 2016 dengan judul “Pengembangan Teknologi Manufaktur Artificial Hip Joint Produk Indonesia dengan Inovasi Desain untuk Ibadah Salat dan Kemudahan Pemasangan bagi Dokter Ortopedi”.

## PUSTAKA

- Hemmerich, A., Brown, H., Smith, S., Marthandam, S.S.K. and Wyss, U.P. (2006). “Hip, knee, and ankle kinematics of high range of motion activities of daily living,” *Journal of Orthopaedic Research*. vol. 24, no. 4, pp.770-781.
- Ismail, R., Saputra, E., Tauviqirrahman, M., Legowo, A.B., Anwar, I.B. and Jamari, J. (2014). “Numerical study of salat movements for total hip replacement patient. *Applied Mechanics and Materials*. vol. 493, pp. 426-431.
- Ismail, R., Umardani, Y., Anwar, I.B., Saputra, E., Dhaneswara, Y.A.A., Haris, A. and Jamari, J. (2015). Analisis metode elemen hingga pada sendi panggul buatan saat digunakan untuk menjalankan ibadah salat. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XIV, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Jamari, J., Anwar, I.B., Saputra, E. and van der Heide, E. (2017). Range of motion simulation of hip joint movement during salat activity,” *The Journal of Arthroplasty*. Article in press.
- Jamari, J., Ismail, R., Saputra, E., Sugiyanto, S. and Anwar, I.B. (2014). “The effect of repeated impingement on uhmwpe material in artificial hip joint during salat activities,” *Advanced Materials Research*. vol. 896, pp. 272-275.
- Klues, D., Martin, H., Mittelmeier, W., Schmitz, K.P., Bader, R. (2007). “Influence of femoral head size on impingement, dislocation and stress distribution in total hip replacement,” *Medical Engineering & Physics*. vol. 29, pp. 465–471.
- Lestari, H., Izzhati, D.N., Rachmat, N., Setyawan, D., Saputra, E.S. and Ismail, R. (2015). “Pengukuran jangkauan gerak pada lutut orang indonesia sebagai data awal perancangan kaki tiruan atas lutut,” Prosiding SNST Fakultas Teknik 2015.
- Moreno-Pérez, V., Ayala, F., Fernandez-Fernandez, J. and Vera-Garcia, F.J. (2016). “Descriptive profile of hip range of motion in elite tennis players,” *Physical Therapy in Sport*. Vol. 19, pp.43-48.
- Mulholland, S.J. and Wyss, U.P. (2001). “Activities of daily living in non-Western cultures: range of motion requirements for hip and knee joint implants,” *International Journal of Rehabilitation Research*. vol. 24, no. 3, pp.191-198.
- Saputra, E., Budiwan, I., Ismail, R., Jamari, J. and Heide, E. (2014). “Numerical simulation of artificial hip joint movement for western and japanse-style activities,” *Jurnal Teknologi*. vol. 66, no. 3, pp.53-58.
- Sugano, N., Tsuda, K., Miki, H., Takao, M., Suzuki, N., Nakamuro, N. (2012). “Dynamic measurements of hip movement in deep bending activities after total hip arthroplasty using a 4-dimensional motion analysis sistem,” *The journal of Arthroplasty*. vol. 27, no.8, pp.1562-1568.
- [www.biology-forums.com/index.php?action=gallery;sa=view;id=8693](http://www.biology-forums.com/index.php?action=gallery;sa=view;id=8693), diakses:14-3-2013

## SOLVING VEHICLE ROUTING PROBLEM VARIANT WITH CLASSICAL HEURISTICS AND METAHEURISTICS: A REVIEW

Jerry Agus Arlianto<sup>1,2</sup>, Suparno<sup>2</sup>, Nurhadi Siswanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>, Department of Industrial Engineering, University of Surabaya, Surabaya 60292 Indonesia

<sup>2</sup>, Department of Industrial Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology,  
Surabaya 60111 Indonesia

E-mail: jerry\_agus@yahoo.com, jerry@staff.ubaya.ac.id

### ABSTRAK

Dalam makalah ini disajikan *state-of-the-art review* dari metoda pencarian solusi dari permasalahan penting dalam distribusi logistik yang dikenal sebagai *Vehicle Routing Problem (VRP)*. VRP membutuhkan optimasi kombinatorial dari rute kendaraan yang harus melalui serangkaian perjalanan dalam suatu jaringan lintasan. Solusi dari *vehicle routing problem* ditentukan dari penentuan serangkaian rute, yang masing-masing dilakukan oleh sebuah kendaraan yang dimulai dari dan diakhiri pada sebuah depot, agar semua kebutuhan dari pelanggan terpenuhi dan meminimalisasi total biaya transportasi. Rute tersebut juga harus memenuhi beberapa kendala operasional yang tergantung pada karakteristik alami dari barang yang dipindahkan, pada tingkat *service level* yang baik, dan juga memperhatikan karakteristik dari pelanggan dan kendaraan yang digunakan. Jumlah metoda solusi yang disajikan dalam literatur berupa jurnal internasional tentang berbagai varian model dari VRP bertambah dengan cepat pada satu dasawarsa terakhir. Selain itu, kecepatan pemrosesan dan kapasitas *memory* dari komputer yang digunakan dalam pengolahan juga berkembang secara eksponensial. Hal ini menyebabkan kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan VRP dalam skala besar juga meningkat dan pada akhirnya mendorong kemajuan dalam area penelitian VRP. Review ini berdasarkan penelitian dari publikasi jurnal internasional yang terbit dari tahun 1994 sampai 2016, yang mempelajari sejumlah varian dari model VRP dan metoda pencarian solusinya. Beberapa metoda yang populer untuk mencari solusi dari berbagai permasalahan VRP adalah *Tabu Search* sebagai metode dominan, diikuti oleh *Metoda Ant Colony Optimization*, *Genetic Algorithm*, dan *Simulated Annealing*.

**Kata Kunci:** *Heuristics, Metaheuristics, Vehicle Routing Problem*

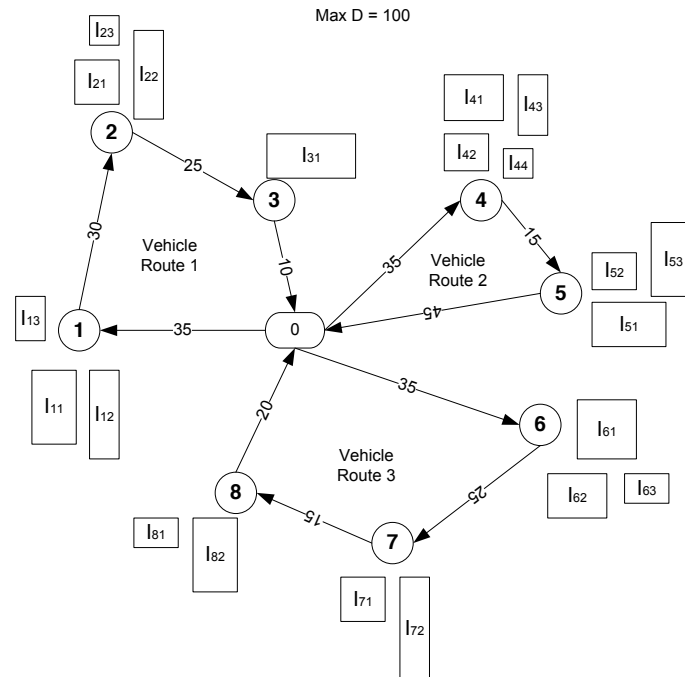
### 1. PENDAHULUAN

Pengelolaan pendistribusian barang merupakan operasi yang sangat vital karena perusahaan menyadari bahwa distribusi memiliki pengaruh ekonomi yang besar. Suatu layanan distribusi adalah sebuah perpaduan dari beberapa karakteristik yang berbeda, seperti: tersedianya produk, waktu pengiriman, pengaturan pengiriman dan kondisi produk sesudah pengiriman. Salah satu area terpenting dalam pelayanan distribusi adalah pengaturan transportasi. Dengan transportasi yang baik, produk akan datang tepat waktu, dalam jumlah yang tepat dan kondisi baik, sesuai dengan yang diinginkan. Di sisi lain, bagi pengelola armada transportasi biaya operasional juga perlu diatur dengan efisien. Biaya operasional armada dapat diminimasi dengan cara mengatur rute yang harus ditempuh oleh armada dan menjamin bahwa pembebanan armada harus diatur agar utilitasnya baik.

Pengaturan rute yang harus dilalui oleh armada untuk mengunjungi lokasi-lokasi dalam suatu rangkaian urutan dikenal sebagai *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Model VRP pertama kali dikembangkan oleh Dantzig dan Ramser tahun 1954 (Eksioglu et al., 2009). VRP merupakan permasalahan yang banyak dibahas pada bidang manajemen distribusi. Permasalahan ini merupakan suatu *combinatorial optimization* yang kompleks, yang dapat dipandang sebagai penggabungan dari dua problem lainnya yang sangat terkenal, yaitu *Traveling Salesman Problem (TSP)* dan *Bin-Packing Problem (BPP)*. Model VRP adalah model pendistribusian barang pada periode waktu tertentu dengan menggunakan sejumlah armada, yang ditempatkan pada sebuah atau beberapa lokasi (depot) untuk mengunjungi beberapa lokasi melalui sebuah jaringan rute tertentu. Rute yang terpilih harus memenuhi semua permintaan dari konsumen, dengan memperhatikan semua kendala operasional dengan tujuan total biaya transportasi yang minimal (Marinakis & Migdalas, 2007).

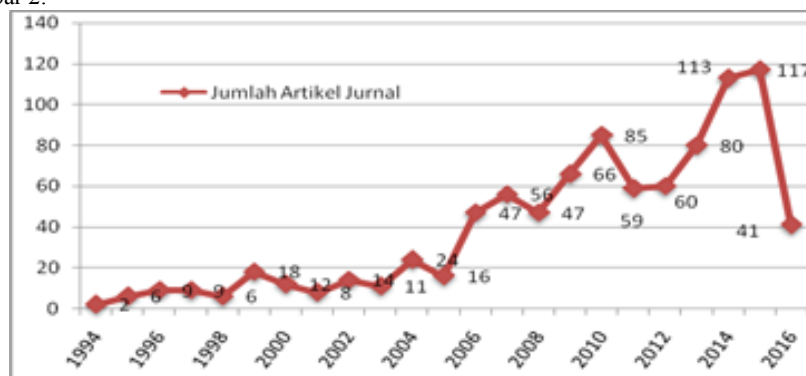
Permasalahan utama *Traveling Salesman Problem* yang menjadi bahasan adalah rute yang harus ditempuh, sedangkan pada VRP selain rute juga memperhatikan kapasitas armada sehingga juga dikenal

sebagai *Capacited-VRP* (CVRP). VRP dapat diterangkan sebagai berikut: terdapat beberapa armada dengan kapasitas yang seragam, gudang atau *depot* bersama, dan sejumlah permintaan pelanggan. Tujuan yang ingin dicapai adalah himpunan rute dengan biaya transportasi total minimum yang melayani seluruh permintaan. Biaya transportasi dapat terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel. Biaya variabel dipengaruhi oleh jarak, lama perjalanan, jenis kendaraan, dan jumlah kendaraan yang dipakai. Seluruh rute berawal dan berakhir pada *depot* tersebut dan dirancang sedemikian rupa sehingga setiap pelanggan hanya dilayani sekali dan hanya oleh satu armada. Selain biaya, VRP juga dimungkinkan memiliki fungsi tujuan jamak (*multi objective function*) seperti menyeimbangkan beban antar armada (rute, jarak/waktu, dan beban), meminimasi jumlah rute/armada, dan meminimasi penalti yang terkait dengan waktu pelayanan. Ilustrasi dari permasalahan VRP ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Permasalahan VRP

Jumlah publikasi terkait VRP memiliki kecenderungan meningkat dalam dasawarsa terakhir. Berdasarkan studi literatur dari 906 artikel dari 38 jurnal terkait bidang *Operation Research* dan *Management Science* dengan menggunakan kata kunci VRP pada periode 1994-2016 diperoleh hasil seperti pada Gambar 2.



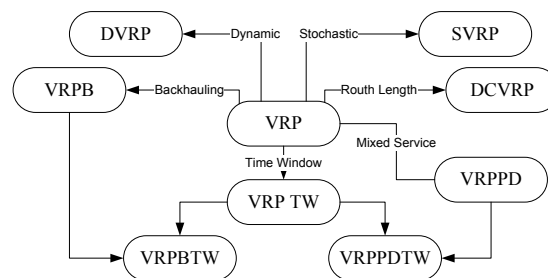
Gambar 2. Jumlah Publikasi Vehicle Routing Problem

## 2. VEHICLE ROUTING PROBLEM VARIAN

Fakta bahwa VRP menarik secara teoritis dan praktis menjelaskan besarnya jumlah perhatian yang diberikan oleh para peneliti selama tiga dekade terakhir. Dalam perkembangannya muncul berbagai varian pada model VRP dengan penambahan berbagai variasi batasan yang mungkin terjadi pada kondisi praktis. Bochtis & Sorensen (2009) mengklasifikasikan hubungan antara berbagai macam varian dari



VRP melalui Gambar 3. Pembahasan dalam *Dynamic VRP* (DVRP) melibatkan parameter dan variabel yang bersifat dinamis (berubah menurut waktu). Jika ada satu atau beberapa variabel yang bersifat acak maka permasalahan tersebut dibahas dalam ranah *Stochastic VRP* (SVRP). Jarak maksimal yang ditempuh oleh suatu armada dalam satu route dapat dibatasi dalam kajian *Distance Capacitated VRP* (DCVRP). Selain mengantar produk dari depot menuju konsumen, dimungkinkan juga permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana mengambil kembali kemasan atau produk retur dari konsumen kembali ke depot, hal ini dibahas dalam *VRP with Backhauling* (VRPB). Jika armada digunakan bersama untuk proses pengantaran dan pengambilan barang, maka permasalahan ini dikelompokkan kedalam *VRP with Pick-Up and Delivery* (VRPPD). Varian yang lain adalah VRP yang memperhatikan ketersediaan rentang waktu pelayanan baik untuk operasional armada maupun pelayanan di lokasi konsumen, permasalahan ini disebut sebagai *VRP with Time Windows* (VRPTW).



Gambar 3. Hubungan antar varian dari VRP (Bochtis & Sorensen, 2009)

### 3. METODE PENCARIAN SOLUSI VEHICLE ROUTING PROBLEM

Pendekatan eksak hanya layak digunakan untuk memecahkan VRP berskala kecil sebagaimana halnya teknik *branch and bound* yang dikembangkan oleh Fisher (1994). Untuk memperoleh hasil pada permasalahan yang lebih kompleks diperlukan waktu pemrosesan yang lama (Baldacci et al., 2009). Karena untuk mendapatkan solusi optimal seringkali didapatkan dengan melakukan enumerasi lengkap terhadap seluruh alternatif solusi, maka VRP digolongkan sebagai permasalahan *NP-hard*. Pencarian solusi optimal dari *NP-Hard* sulit diperoleh dengan mudah atau dalam waktu singkat. Oleh karena itu, hampir seluruh pendekatan untuk menyelesaikan VRP bergantung pada heuristik dan memberikan solusi perkiraan bagi problem tersebut.

#### e) Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem

Berkembangnya penelitian pada metode-metode pencarian solusi pada bidang penyelidikan operasional berdampak secara langsung pada penelitian pencarian solusi permasalahan VRP. Berbagai alternatif metode penyelesaian termasuk pendekatan metaheuristik telah dilakukan. Sebagai contoh pendekatan yang dikembangkan dengan menggunakan *tabu search* oleh Renaud, Laporte, & Boctor (1996); Ceschia, Gaspero, & Schaerf (2010); Brandão (2011); Zhu, Qin, Lim, & Wang (2012); dan Jin, Crainic, & Løkketangen (2012). Beberapa algoritma metaheuristik telah diajukan untuk mencari solusi permasalahan Vehicle Routing Problem. Beberapa alternatif algoritma metaheuristik yang telah dipublikasikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alternatif Metoda Penyelesaian Untuk VRP

Metoda Metaheuristik	Peneliti
Adaptive Memory Programming	Tarantilis (2005)
Ant Colony Optimization	Bullnheimer et al. (1999), Reimann & Ulrich (2006), (Bin et al., 2009), Santos et al. (2010)
Artificial Bee Colony Algorithm	Szeto et al. (2011)
Evolution Strategies (ES)	Mester et al. (2007)
Genetic Algorithms	Baker & Ayechev (2003), Jeon et al. (2007), Yu et al. (2011), Vidal et al. (2013), Barkaoui & Gendreau (2013)
Genetic Local Search	Jaszkiewicz & Kominek (2003)
Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP)	Marinakis (2012)

Metoda Metaheuristik	Peneliti
Memetic algorithms	Ngueveu et al. (2010)
Neural Networks	Ghaziri & Osman (2006)
Particle Swarm Optimization (PSO)	Marinakis & Marinaki (2010), Xu et al. (2011)
Simulated Annealing	Breedam (1995), Lin et al. (2009),
Tabu Search	Barbarosoglu & Ozgur (1999), Tarantilis et al. (2008), Alonso et al., (2008), Li et al. (2009)

#### f) Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem with time windows

*Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRP-TW) adalah permasalahan VRP yang mensyaratkan bahwa konsumen harus dilayani pada periode waktu (*time windows*) tertentu. Selain itu armada juga dapat diberi batasan hanya dapat beroperasi hanya pada rentang waktu tertentu antara  $[e_i, l_i]$ . Permasalahan ini telah dibahas oleh Ioannou et al. (2003), Hashimoto et al. (2010), Tavakkoli-moghaddam et al. (2011), dan Moccia et al. (2012). Model VRP-TW merupakan pengembangan model VRP dengan menambahkan beberapa ketentuan sebagai berikut: Barang tersebut harus tiba di lokasi  $i$  pada rentang waktu  $[e_i, l_i]$  dengan  $(e_i < l_i)$ ;  $e_0=0$ ; Untuk setiap lintasan  $(i, j)$  terdapat waktu perjalanan sebesar  $t_{ij}$  ( $t_{ij} \geq 0$ ) dan saat keberangkatan  $D_j$ ; disetiap titik  $j$  dibutuhkan waktu pelayanan sebesar  $s_j$ .

Meskipun sulit untuk menyelesaikan VRP-TW dengan *exact algorithm*, akan tetapi ada beberapa *exact algorithm* yang telah dikembangkan oleh Desrochers et al. (1992), Azi et al. (2007) dan Liberatore et al. (2011). Model heuristik untuk VRPTW juga telah dikembangkan oleh Hong & Park (1999), Bramel & Simchi-Levi (1996), Thangiah et al. (1996), Ioannou et al. (2003), dan Rousseau et al. (2004).

Algoritma metaheuristik juga digunakan untuk mencari solusi *Vehicle Routing Problem with Time Windows* dengan skala permasalahan yang lebih besar. Beberapa publikasi yang terkait dengan penggunaan metaheuristik pada permasalahan VRP-TW dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alternatif Metoda Penyelesaian untuk VRPTW

Metoda Metaheuristik	Peneliti
Adaptive Large Neighborhood Search (ALNS)	Pisinger & Ropke (2007)
Ant Colony Optimization	B. Yu et al. (2011), Balseiro et al. (2011), Cruz et al. (2013)
Evolution Strategies	Mester et al. (2007)
Genetic Algorithms	Hwang (2002), Berger & Barkaoui (2004), Alvarenga et al. (2007), Lu & Yu (2012)
GRASP	Kontoravdis & Bard (1995)
Local Search	Bräysy et al. (2004), Hashimoto et al. (2010), Vansteenwegen et al. (2010)
Route Neighborhood-based Two Stage (RNETS)	Liu & Shen (1999)
Scatter Search	Russell & Chiang (2006)
Simulated Annealing	Tavakkoli-moghaddam et al. (2011), Lin et al. (2011)
Tabu Search	Badeau et al. (1997), Schulze & Fahle (1999), Lau et al. (2003), B. Yu et al. (2011), Moccia et al. (2012), Nguyen et al. (2013), Cruz et al. (2013)

#### g) Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem with Backhauls

Pada kondisi nyata di lapangan, satu armada selain melakukan pengiriman barang (*delivery*) juga dimungkinkan untuk melakukan pengambilan barang (*pick-up*). Kondisi seperti ini, menimbulkan permasalahan yang dikenal sebagai *Vehicle Routing Problem with Backhaul* (VRP-B) (Mingozzi et al., 1999). VRP-B adalah pengembangan dari *Vehicle Routing Problem* yang melibatkan sejumlah lokasi pengiriman atau pengambilan (Brandão, 2006). Satu lokasi dimungkinkan hanya menerima pengiriman atau pengambilan. Lokasi *linehaul* (*delivery*) adalah sejumlah tempat yang akan menerima sejumlah barang dari suatu pusat distribusi tunggal, sementara lokasi *backhaul* (*pick-up*) adalah sejumlah tempat yang mengirimkan sejumlah barang kembali ke pusat distribusi (Wade & Salhi, 2002). Tujuan dari model ini adalah menentukan sejumlah rute kendaraan yang melayani pengantaran ke konsumen dan pengambilan dari konsumen dengan memperhatikan batasan kapasitas kendaraan dan total jarak perjalanan minimum.

Pengkategorian untuk permasalahan VRP-B juga dilakukan oleh Salhi & Nagy (1999). Dalam pengelompokan ini permasalahan VRP-B dikelompokkan berdasarkan jenis layanan yang dibutuhkan konsumen dan urutan layanan yang diberikan. Pengelompokan tersebut adalah:

- Simultaneous Pick-ups and Deliveries. Di suatu lokasi dilakukan pengambilan dan pengantaran secara bersamaan.
- Mixed Pick-ups and Deliveries. Di suatu lokasi dapat terjadi pengambilan atau pengantaran barang, dan urutan lokasi yang dikunjungi dapat digabungkan tanpa harus menyelesaikan pengantaran terlebih dahulu.
- Pengantaran dilakukan seluruhnya terlebih dahulu sebelum melakukan pengambilan barang.

Penyelesaian permasalahan VRPB dengan menggunakan metode heuristik telah dikembangkan oleh Thangiah et al. (1996), Toth & Vigo (1999), dan Nagy & Salhi (2005). Karena VRPB merupakan pengembangan dari model dasar VRP, maka pada permasalahan ini, para peneliti juga melakukan pencarian solusi dengan menggunakan berbagai macam alternatif metoda yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3 Alternatif Metoda Penyelesaian untuk VRPB**

Metoda	Peneliti
<b>Ant Colony Optimization</b>	Reimann & Ulrich (2006)
<b>Artificial Immune System (AIS)</b>	Souza et al. (2012)
<b>Branch-and-Cut Price Algorithm</b>	Gutiérrez-Jarpa et al. (2010)
<b>Genetic Algorithms</b>	Souza et al. (2012)
<b>Greedy Randomised Adaptive Memory Programming Search (GRAMPS)</b>	Tütüncü (2010)
<b>Insertion-Based Heuristics</b>	Salhi & Nagy (1999), Wade & Salhi (2002)
<b>Large Neighborhood Search Heuristic</b>	Ropke & Pisinger (2006)
<b>Neural Networks</b>	Ghaziri & Osman (2006)
<b>Parallel Clustering Technique</b>	Mitra (2008)
<b>Particle Swarm Optimization (PSO)</b>	Souza et al. (2012)
<b>Simulated Annealing (SA)</b>	Souza et al. (2012)
<b>Tabu Search</b>	Nanry & Barnes (2000), Brandão (2006), Gribkovskaia et al. (2007), Gribkovskaia et al. (2008), Nagy et al. (2012)
<b>Tour Partitioning Heuristic</b>	Mosheiov (1998)

#### **h) Metode Penyelesaian Stochastic Vehicle Routing Problem**

*Stochastic VRP* merupakan pembahasan *Vehicle Routing Problem* yang menyertakan komponen ketidakpastian dalam satu atau beberapa parameter dan/atau variabel (Gendreau et al., 1996). Komponen ketidakpastian itu dapat berupa besarnya permintaan, jarak atau waktu tempuh, lama pelayanan, lokasi yang dikunjungi dan kapasitas armada. Beberapa penelitian pada permasalahan *Stochastic VRP* menggunakan beberapa alternatif metoda penyelesaian yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Alternatif Metoda Penyelesaian untuk Stochastic VRP**

Metoda	Peneliti
<b>Adaptive Large Neighbourhood Search</b>	Lei et al. (2011), Tas (2014), Luo et al. (2016)
<b>Branch-Cut-and-Price Algorithm</b>	Christiansen & Lysgaard (2007), Gauvin et al. (2014)
<b>Cross-Entropy Method</b>	Chepuri & Homem-De-Mello (2005)
<b>Genetic Algorithm</b>	Zhang et al. (2012)
<b>Integer L-shaped</b>	Hjorring & Holt (1999), Jabali et al. (2014)
<b>Multi-Objective Evolutionary Algorithm</b>	Lei et al. (2016)
<b>Scatter Search</b>	Zhang et al. (2012)
<b>Simulated Annealing</b>	Goodson (2015)
<b>Tabu Search</b>	X. Li et al. (2010), Gauvin et al. (2014), Tas (2014)

#### **i) Metode Penyelesaian Dynamic Vehicle Routing Problem**

*Dynamic VRP* adalah permasalahan *Vehicle Routing Problem* yang melibatkan parameter yang berubah sesuai dengan waktu. Pada permasalahan ini suatu lintasan hanya dapat dilintasi pada saat tertentu, atau kecepatan dari armada tergantung pada kepadatan jalan yang merupakan fungsi waktu. Selain itu pada *Dynamic VRP* dengan *pick-up & delivery*, dimungkinkan di suatu lokasi terjadi *pick-up*

(atau *delivery*) saja, atau keduanya secara bersamaan (Euchi et al., 2015). Ferrucci & Bock (2015) menyatakan kondisi dinamis dapat terjadi juga ketika routing sudah ditentukan, armada dalam perjalanan, kemudian ada demand dari lokasi baru yang disisipkan pada rute yang sudah dibuat (*en-route diversion*). Tabel 5. Menyajikan beberapa metoda yang digunakan dalam permasalahan *Dynamic VRP*.

**Tabel 5. Alternatif Metoda Penyelesaian untuk Dynamic VRP**

Metoda	Peneliti
Ant Colony	Montemanni et al. (2005), Euchi et al. (2015)
2_Opt local search	Euchi et al. (2015)
Genetic Algorithms	Pankratz (2005), M Barkaoui, Berger, & Boukhtouta (2015)
Sweeping Algorithm	C. Liu & Lai (2009)
Tabu Search	Ferrucci, Bock, & Gendreau (2013)
Variable Neighborhood Search	Hu, Sheu, Zhao, & Lu (2015), Armas & Melián-Batista(2015)

#### j) Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem with Multi Compartement

Kendala operasional terkadang mensyaratkan sebuah kendaraan harus membawa produk yang tidak sejenis dalam sebuah kendaraan. Konsumen menginginkan beberapa jenis produk yang diantarkan harus berada dalam ruangan yang terpisah. Pada industri makanan, tercampurnya beberapa produk dalam sebuah ruangan akan dapat menyebabkan produk menjadi rusak akibat terkontaminasi (Muyldermans & Pang, 2010). Untuk menghindari kontaminasi atau tercampurnya produk yang dimuat maka kendaraan tersebut dibagi menjadi beberapa ruang atau *multi-compartement*. Model VRP untuk kasus seperti ini dikenal dengan nama *Multi-Compartement Vehicle Routing Problem* (MCVRP) (Derigs et al., 2011).

Pada Model MCVRP sebuah kendaraan akan dibagi menjadi beberapa ruangan yang memiliki batasan kapasitas. Batasan kapasitas *compartement* tersebut dapat serupa (*homogen*) maupun berbeda (*heterogen*) (Derigs et al., 2011). Selain itu, batasan kapasitas dapat bersifat tetap (*fixed compartments*) atau dapat berubah sesuai kebutuhan (*flexible compartments*). Penelitian dalam MCVRP masih belum banyak, mayoritas penelitian pada bidang ini menggunakan proses pendistribusian bahan bakar (*fuel*) sebagai studi kasus. Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Alternatif Metoda Penyelesaian untuk MCVRP**

Metoda	Peneliti
Ant Colony Optimization	Reed, Yiannakou, & Evering, (2014), Abdulkader, Gajpal, & Elmekawy (2015)
Branch-Cut-and-Price Algorithm	Lahyani, Coelho, Khemakhem, & Laporte (2015)
Local Search	Muyldermans & Pang (2010)
Large Neighbourhood Search	Derigs et al. (2011)
Memetic Algorithm	Fallahi, Prins, & Wolfler Calvo (2008), Mendoza, Castanier, Guéret, Medaglia, & Velasco (2010)
Simulated Annealing	Goodson (2015)
Tabu Search	Fallahi et al. (2008)
Variable Neighborhood Search	Henke et al. (2015)

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian pada permasalahan VRP dan variannya memunculkan berbagai macam alternatif metoda pencarian solusi yang terus berkembang. Sampai dengan review literature ini dibuat masih belum dapat ditemukan metoda generic yang dapat diandalkan untuk mencari solusi optimal pada semua permasalahan VRP. Rekapitulasi penggunaan metode dan permasalahan VRP yang dibahas dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Tabulasi Alternatif Metoda Penyelesaian untuk berbagai Varian VRP**

Metoda	VRP	VRP-TW	VRP-B	S-VRP	D-VRP	MC-VRP
Adaptive Large Neighborhood Search		1		3		
Adaptive Memory Programming	1					
Ant Colony Optimization	3	3	1		2	2
Artificial Bee Colony Algorithm	1					

Metoda	VRP	VRP-TW	VRP-B	S-VRP	D-VRP	MC-VRP
Artificial Immune System			1			
Branch-Cut-and-Price Algorithm			1	2		1
Cross-Entropy Method				1		
Evolution Strategies	1	1				
Genetic Algorithms	5	4	1	1	2	
Genetic Local Search	1					
Greedy Randomized Adaptive Search Procedure	1	1				
Greedy Randomised Adaptive Memory Programming Search			1			
Insertion-Based Heuristics			2			
Integer L-shaped				2		
Local Search		3			1	1
Large Neighborhood Search Heuristic			1			1
Memetic Algorithm	1					2
Multi-Objective Evolutionary Algorithm				1		
Neural Networks	1		1			
Parallel Clustering Technique			1			
Particle Swarm Optimization	2		1			
Route Neighborhood-based Two Stage		1				
Scatter Search		1		1		
Simulated Annealing	2	2	1	1		1
Sweeping Algorithm					1	
Tabu Search	4	7	5	3	1	1
Tour Partitioning Heuristic			1			
Variable Neighborhood Search					2	1

Kesesuaian dan kecepatan pencapaian solusi optimal atau mendekati optimal diantara berbagai metoda yang telah dikembangkan sangat tergantung pada model dasar dan asumsi yang digunakan. Penggunaan metoda *Tabu Search* mendominasi pencarian solusi untuk berbagai varian permasalahan VRP. Metoda *Ant Colony Optimization*, *Genetic Algorithm*, dan *Simulated Annealing* menempati posisi terbanyak kedua sebagai metoda yang digunakan dalam mencari solusi varian permasalahan VRP.

Berdasarkan paparan terdahulu maka untuk penelitian selanjutnya diperlukan adanya metoda atau pendekatan yang bersifat generic untuk mencari solusi permasalahan VRP. Efisiensi dari pendekatan yang dipakai merupakan tujuan utama dari penggunaan metode tersebut. Selain itu pendekatan yang dipakai diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan gabungan dari beberapa model dasar VRP.

## PUSTAKA

- Abdulkader, M. M. S., Gajpal, Y., & Elmekawy, T. Y. (2015). "Hybridized ant colony algorithm for the Multi Compartment Vehicle Routing Problem,". *Applied Soft Computing Journal*, vol. 37, pp. 196–203.
- Alonso, F., Alvarez, M. J., & Beasley, J. E. (2008). "A tabu search algorithm for the periodic vehicle routing problem with multiple vehicle trips and accessibility restrictions,". *Journal of the Operational Research Society*, vol. 59, pp. 963–976.
- Alvarenga, G. B., Mateus, G. R., & Tomi, G. de. (2007). "A genetic and set partitioning two-phase approach for the vehicle routing problem with time windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 34, no. 6, pp. 1561–1584.
- Armas, J. De, & Melián-Batista, B. (2015). "Variable Neighborhood Search for a Dynamic Rich Vehicle Routing Problem with time windows,". *Computers & Industrial Engineering*, vol. 85, pp. 120–131.
- Azi, N., Gendreau, M., & Potvin, J.-Y. (2007). "An exact algorithm for a single-vehicle routing problem with time windows and multiple routes,". *European Journal of Operational Research*, vol. 178, no. 3, pp. 755–766.
- Badeau, P., Guertin, F., Gendreau, M., Potvin, J., & Taillard, E. (1997). "A parallel tabu search heuristic for the vehicle routing problem with time windows,". *Transportation Research Part C*, vol. 5, no. 2, pp. 109–122.

- Baker, B. M., & Ayechew, M. A. (2003). "A genetic algorithm for the vehicle routing problem,". *Computers & Operations Research*, vol. 30, pp. 787–800.
- Baldacci, R., Toth, P., & Vigo, D. (2009). "Exact algorithms for routing problems under vehicle capacity constraints,". *Annals of Operations Research*, vol. 175,no. 1, pp. 213–245. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/s10479-009-0650-0>
- Balseiro, S. R., Loiseau, I., & Ramonet, J. (2011). "An Ant Colony algorithm hybridized with insertion heuristics for the Time Dependent Vehicle Routing Problem with Time Windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 38,no. 6, pp. 954–966.
- Barbarosoglu, G., & Ozgur, D. (1999). "A tabu search algorithm for the vehicle routing problem,". *Computers & Operations Research*, vol. 26, pp. 255–270.
- Barkaoui, M., Berger, J., & Boukhtouta, A. (2015). "Customer satisfaction in dynamic vehicle routing problem with time windows,". *Applied Soft Computing Journal*, vol. 35, pp. 423–432.
- Barkaoui, M., & Gendreau, M. (2013). "An adaptive evolutionary approach for real-time vehicle routing and dispatching,". *Computers & Operations Research*, vol. 40,no. 7, pp. 1766–1776. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305054813000300>
- Berger, J., & Barkaoui, M. (2004). "A parallel hybrid genetic algorithm for the vehicle routing problem with time windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 31,no. 12, pp. 2037–2053.
- Bin, Y., Zhong-zhen, Y., & Baozhen, Y. (2009). "An improved ant colony optimization for vehicle routing problem,". *European Journal of Operational Research*, vol. 196,no. 1, pp. 171–176.
- Bochtis, D. ., & Sorensen, C. . (2009). "The vehicle routing problem in field logistics part I,". *Biosystems Engineering*, vol. 104, pp. 447–457.
- Bramel, J., & Simchi-Levi, D. (1996). "Probabilistic analyses and practical algorithms for the vehicle routing problem with time windows,". *Operations Research*, vol. 44,no. 3, pp. 501–509.
- Brandão, J. (2006). "A new tabu search algorithm for the vehicle routing problem with backhauls,". *European Journal of Operational Research*, vol. 173,no. 2, pp. 540–555.
- Brandão, J. (2011). "A tabu search algorithm for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem,". *Computers & Operations Research*, vol. 38,no. 1, pp. 140–151.
- Bräysy, O., Hasle, G., & Dullaert, W. (2004). "A multi-start local search algorithm for the vehicle routing problem with time windows,". *European Journal of Operational Research*, vol. 159,no. 3, pp. 586–605.
- Breedam, A. Van. (1995). "Improvement heuristics for the vehicle routing problem based on simulated annealing,". *European Journal of Operational Research*, vol. 86, pp. 480–490.
- Bullnheimer, B., Hartl, R. F., & Strauss, C. (1999). "An improved Ant System algorithm for the Vehicle Routing Problem,". *Annals of Operations Research*, vol. 89, pp. 319–328.
- Ceschia, S., Gaspero, L. Di, & Schaerf, A. (2010). "Tabu search techniques for the heterogeneous vehicle routing problem with time windows and carrier-dependent costs,". *Journal of Scheduling*, vol. 14,no. 6, pp. 601–615.
- Chepuri, K., & Homem-De-Mello, T. (2005). "Solving the Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands using the Cross-Entropy Method,". *Annals of Operations Research*, vol. 134, pp. 153–181.
- Christiansen, C. H., & Lysgaard, J. (2007). "A branch-and-price algorithm for the capacitated vehicle routing problem with stochastic demands,". *Operations Research Letters*, vol. 35,no. 6, pp. 773–781.
- Cruz, J. J. D. la, Paternina-Arboleda, C. D., Cantillo, V., & Montoya-torres, J. R. (2013). "A two-pheromone trail ant colony system — tabu search approach for the heterogeneous vehicle routing problem with time windows and multiple products,". *Journal of Heuristics*, vol. 19, pp. 233–252.
- Derigs, U., Gottlieb, J., Kalkoff, J., Piesche, M., Rothlauf, F., & Vogel, U. (2011). "Vehicle routing with compartments: applications, modelling and heuristics,". *OR Spectrum*, vol. 33,no. 4, pp. 885–914.
- Desrochers, M., Desrosiers, J., & Solomon, M. (1992). "A New Optimization Algorithm for the Vehicle Routing Problem with Time Windows,". *Operations Research*, vol. 40,no. 2, pp. 342–354.
- Eksioglu, B., Vural, A. V., & Reisman, A. (2009). "The vehicle routing problem: A taxonomic review,". *Computers & Industrial Engineering*, vol. 57,no. 4, pp. 1472–1483.
- Euchi, J., Yassine, A., & Chabchoub, H. (2015). "The dynamic vehicle routing problem : Solution with hybrid metaheuristic approach,". *Swarm and Evolutionary Computation*, vol. 21, pp. 41–53.
- Fallahi, A. El, Prins, C., & Wolfler Calvo, R. (2008). "A memetic algorithm and a tabu search for the multi-compartment vehicle routing problem,". *Computers & Operations Research*, vol. 35,no. 5, pp. 1725–1741.

- Ferrucci, F., & Bock, S. (2015). "A general approach for controlling vehicle en-route diversions in dynamic vehicle routing problems,". *Transportation Research Part B*, vol. 77, pp. 76–87.
- Ferrucci, F., Bock, S., & Gendreau, M. (2013). "A pro-active real-time control approach for dynamic vehicle routing problems dealing with the delivery of urgent goods,". *European Journal of Operational Research*, vol. 225,no. 1, pp. 130–141.
- Fisher, M. L. (1994). "Optimal solution of vehicle routing problems using minimum K-trees,". *Operations Research*, vol. 42, pp. 626–642.
- Gauvin, C., Desaulniers, G., & Gendreau, M. (2014). "A branch-cut-and-price algorithm for the vehicle routing problem with stochastic demands,". *Computers & Operations Research*, vol. 50, pp. 141–153.
- Gendreau, M., Laporte, G., & Seguin, R. (1996). "Stochastic vehicle routing,". *European Journal of Innovation Management*, vol. 88,no. 1, pp. 3–12.
- Ghaziri, H., & Osman, I. H. (2006). "Self-organizing feature maps for the vehicle routing problem with backhauls,". *Journal of Scheduling*, vol. 9,no. 2, pp. 97–114.
- Goodson, J. C. (2015). "A priori policy evaluation and cyclic-order-based simulated annealing for the multi-compartment vehicle routing problem with stochastic demands,". *European Journal of Operational Research*, vol. 241,no. 2, pp. 361–369.
- Gribkovskaia, I., Halskau, Ø., Laporte, G., & Vlček, M. (2007). "General solutions to the single vehicle routing problem with pickups and deliveries,". *European Journal of Operational Research*, vol. 180,no. 2, pp. 568–584.
- Gribkovskaia, I., Laporte, G., & Shyshou, A. (2008). "The single vehicle routing problem with deliveries and selective pickups,". *Computers & Operations Research*, vol. 35,no. 9, pp. 2908–2924.
- Gutiérrez-Jarpa, G., Desaulniers, G., Laporte, G., & Marianov, V. (2010). "A branch-and-price algorithm for the Vehicle Routing Problem with Deliveries, Selective Pickups and Time Windows,". *European Journal of Operational Research*, vol. 206,no. 2, pp. 341–349.
- Hashimoto, H., Yagiura, M., Imahori, S., & Ibaraki, T. (2010). "Recent progress of local search in handling the time window constraints of the vehicle routing problem,". *4OR*, vol. 8,no. 3, pp. 221–238.
- Henke, T., Speranza, M. G., & Wäscher, G. (2015). "The multi-compartment vehicle routing problem with flexible compartment sizes,". *European Journal of Operational Research*, vol. 246,no. 3, pp. 730–743.
- Hjorring, C., & Holt, J. (1999). "New optimality cuts for a single-vehicle stochastic routing problem,". *Annals of Operations Research*, vol. 86, pp. 569–584.
- Hong, S., & Park, Y. (1999). "A heuristic for bi-objective vehicle routing with time window constraints,". *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 249–258.
- Hu, Z., Sheu, J., Zhao, L., & Lu, C. (2015). "A dynamic closed-loop vehicle routing problem with uncertainty and incompatible goods,". *Transportation Research Part C*.
- Hwang, H.-S. (2002). "An improved model for vehicle routing problem with time constraint based on genetic algorithm,". *Computers & Industrial Engineering*, vol. 42, pp. 361–369.
- Ioannou, G., Kritikos, M., & Prastacos, G. (2003). "A problem generator-solver heuristic for vehicle routing with soft time windows,". *Omega*, vol. 31,no. 1, pp. 41–53.
- Jabali, O., Rei, W., Gendreau, M., & Laporte, G. (2014). "Partial-route inequalities for the multi-vehicle routing problem with stochastic demands,". *Discrete Applied Mathematics*, vol. 177, pp. 121–136.
- Jaszkiewicz, A., & Kominek, P. (2003). "Genetic local search with distance preserving recombination operator for a vehicle routing problem,". *European Journal of Operational Research*, vol. 151,no. 2, pp. 352–364.
- Jeon, G., Leep, H. R., & Shim, J. Y. (2007). "A vehicle routing problem solved by using a hybrid genetic algorithm,". *Computers & Industrial Engineering*, vol. 53,no. 4, pp. 680–692.
- Jin, J., Crainic, T. G., & Løkketangen, A. (2012). "A parallel multi-neighborhood cooperative tabu search for capacitated vehicle routing problems,". *European Journal of Operational Research*, vol. 222,no. 3, pp. 441–451.
- Kontoravdis, G., & Bard, J. F. (1995). "A GRASP for the vehicle routing problem with time windows,". *ORSA Journal of Computing*, vol. 7, pp. 10–23.
- Lahyani, R., Coelho, L. C., Khemakhem, M., & Laporte, G. (2015). "A multi-compartment vehicle routing problem arising in the collection of olive oil in Tunisia,". *Omega*, vol. 51, pp. 1–10.
- Lau, H. C., Sim, M., & Teo, K. M. (2003). "Vehicle routing problem with time windows and a limited number of vehicles,". *European Journal of Operational Research*, vol. 148,no. 3, pp. 559–569.

- Lei, H., Laporte, G., & Guo, B. (2011). "The capacitated vehicle routing problem with stochastic demands and time windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 38,no. 12, pp. 1775–1783.
- Lei, H., Wang, R., & Laporte, G. (2016). "Solving a multi-objective dynamic stochastic districting and routing problem with a co-evolutionary algorithm,". *Computers and Operations Research*, vol. 67, pp. 12–24.
- Li, X., Tian, P., & Leung, S. C. H. (2010). "Vehicle routing problems with time windows and stochastic travel and service times: Models and algorithm,". *International Journal of Production Economics*, vol. 125,no. 1, pp. 137–145.
- Li, X. Y., Tian, P., & Leung, S. C. H. (2009). "An ant colony optimization metaheuristic hybridized with tabu search for open vehicle routing problems,". *Journal of Operational Research Society*, vol. 60, pp. 1012–1025.
- Liberatore, F., Righini, G., & Salani, M. (2011). "A column generation algorithm for the vehicle routing problem with soft time windows,". *4OR*, vol. 9,no. 1, pp. 49–82.
- Lin, S., Yu, V. F., & Chou, S. (2009). "Solving the truck and trailer routing problem based on a simulated annealing heuristic,". *Computers & Operations Research*, vol. 36, pp. 1683–1692.
- Lin, S., Yu, V. F., & Lu, C. (2011). "A simulated annealing heuristic for the truck and trailer routing problem with time windows,". *Expert Systems With Applications*, vol. 38,no. 12, pp. 15244–15252.
- Liu, C., & Lai, M.-Y. (2009). "The vehicle routing problem with uncertain demand at nodes,". *Transportation Research Part E*, vol. 45,no. 4, pp. 517–524.
- Liu, F. F., & Shen, S. (1999). "A route-neighborhood-based metaheuristic for vehicle routing problem with time windows,". *European Journal of Operational Research*, vol. 118, pp. 485–504.
- Lu, C.-C., & Yu, V. F. (2012). "Data envelopment analysis for evaluating the efficiency of genetic algorithms on solving the vehicle routing problem with soft time windows,". *Computers & Industrial Engineering*, vol. 63,no. 2, pp. 520–529.
- Luo, Z., Qin, H., Zhang, D., & Lim, A. (2016). "Adaptive large neighborhood search heuristics for the vehicle routing problem with stochastic demands and weight-related cost,". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 85, pp. 69–89.
- Marinakis, Y. (2012). "Multiple Phase Neighborhood Search-GRASP for the Capacitated Vehicle Routing Problem,". *Expert Systems With Applications*, vol. 39,no. 8, pp. 6807–6815.
- Marinakis, Y., & Marinaki, M. (2010). "A hybrid genetic – Particle Swarm Optimization Algorithm for the vehicle routing problem,". *Expert Systems With Applications*, vol. 37,no. 2, pp. 1446–1455.
- Marinakis, Y., & Migdalas, A. (2007). "Annotated Bibliography in Vehicle Routing,". *Operational Research*, vol. 7,no. 1, pp. 27–46.
- Mendoza, J. E., Castanier, B., Guéret, C., Medaglia, A. L., & Velasco, N. (2010). "A memetic algorithm for the multi-compartment vehicle routing problem with stochastic demands,". *Computers & Operations Research*, vol. 37,no. 11, pp. 1886–1898.
- Mester, D., Bräysy, O., & Dullaert, W. (2007). "A multi-parametric evolution strategies algorithm for vehicle routing problems,". *Expert Systems With Applications*, vol. 32, pp. 508–517.
- Mingozzi, A., Giorgi, S., & Baldacci, R. (1999). "An Exact Method for the Vehicle Routing Problem with Backhauls,". *Transportation Science*, vol. 33,no. 3, pp. 315–329.
- Mitra, S. (2008). "A parallel clustering technique for the vehicle routing problem with split deliveries and pickups,". *Journal of Operational Research Society*, vol. 59, pp. 1532–1546.
- Moccia, L., Cordeau, J. F., & Laporte, G. (2012). "An incremental tabu search heuristic for the generalized vehicle routing problem with time windows,". *Journal of Operational Research Society*, vol. 63,no. 2, pp. 232–244.
- Mosheiov, G. (1998). "Vehicle routing with pick-up and delivery: tour-partitioning heuristics,". *Computers & Industrial Engineering*, vol. 34,no. 3, pp. 669–684.
- Muyldermans, L., & Pang, G. (2010). "On the benefits of co-collection: Experiments with a multi-compartment vehicle routing algorithm,". *European Journal of Operational Research*, vol. 206,no. 1, pp. 93–103.
- Nagy, G., & Salhi, S. (2005). "Heuristic algorithms for single and multiple depot vehicle routing problems with pickups and deliveries,". *European Journal of Operational Research*, vol. 162, pp. 126–141.
- Nagy, G., Wassan, N. a., & Salhi, S. (2012). "The vehicle routing problem with restricted mixing of deliveries and pickups,". *Journal of Scheduling*, vol. 16,no. 2, pp. 199–213.



- Nanry, W. P., & Barnes, J. W. (2000). "Solving the pickup and delivery problem with time windows using reactive tabu search,". *Transportation Research Part B*, vol. 34,no. 3, pp. 107–121.
- Ngueveu, S. U., Prins, C., & Calvo, R. W. (2010). "An effective memetic algorithm for the cumulative capacitated vehicle routing problem,". *Computers & Operations Research*, vol. 37,no. 11, pp. 1877–1885.
- Nguyen, P. K., Crainic, T. G., & Toulouse, M. (2013). "A tabu search for Time-dependent Multi-zone Multi-trip Vehicle Routing Problem with Time Windows,". *European Journal of Operational Research*, vol. 231,no. 1, pp. 43–56.
- Pankratz, G. (2005). "Dynamic vehicle routing by means of a genetic algorithm,". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 35,no. 5, pp. 362–383.
- Pisinger, D., & Ropke, S. (2007). "A general heuristic for vehicle routing problems,". *Computers & Operations Research*, vol. 34,no. 8, pp. 2403–2435.
- Reed, M., Yiannakou, A., & Evering, R. (2014). "An ant colony algorithm for the multi-compartment vehicle routing problem,". *Applied Soft Computing*, vol. 15, pp. 169–176.
- Reimann, M., & Ulrich, H. (2006). "Comparing backhauling strategies in vehicle routing using Ant Colony Optimization,". *Central European Journal of Operations Research*, vol. 14, pp. 105–123.
- Renaud, J., Laporte, G., & Boctor, F. F. (1996). "A tabu search heuristic for the multi-depot vehicle routing problem,". *Computers & Operations Research*, vol. 23,no. 3, pp. 229–235.
- Ropke, S., & Pisinger, D. (2006). "A unified heuristic for a large class of Vehicle Routing Problems with Backhauls,". *European Journal of Operational Research*, vol. 171,no. 3, pp. 750–775.
- Rousseau, L., Gendreau, M., Pesant, G., & Focacci, F. (2004). "Solving VRPTWs with Constraint Programming Based Column Generation,". *Annals of Operations Research*, vol. 130, pp. 199–216.
- Russell, R. A., & Chiang, W.-C. (2006). "Scatter search for the vehicle routing problem with time windows,". *European Journal of Operational Research*, vol. 169,no. 2, pp. 606–622.
- Salhi, S., & Nagy, G. (1999). "A cluster insertion heuristic for single and multiple depot vehicle routing problems with backhauling,". *Journal of Operational Research Society*, vol. 50,no. 10, pp. 1034–1042.
- Santos, L., Coutinho-rodrigues, J., & Current, J. R. (2010). "An improved ant colony optimization based algorithm for the capacitated arc routing problem,". *Transportation Research Part B*, vol. 44,no. 2, pp. 246–266.
- Schulze, J., & Fahle, T. (1999). "A parallel algorithm for the vehicle routing problem with time window constraints,". *Annals of Operations Research*, vol. 86, pp. 585–607.
- Souza, C. D., Omkar, S. N., & Senthilnath, J. (2012). "Pickup and delivery problem using metaheuristics techniques,". *Expert Systems With Applications*, vol. 39,no. 1, pp. 328–334.
- Szeto, W. Y., Wu, Y., & Ho, S. C. (2011). "An artificial bee colony algorithm for the capacitated vehicle routing problem,". *European Journal of Operational Research*, vol. 215,no. 1, pp. 126–135.
- Tarantilis, C. D. (2005). "Solving the vehicle routing problem with adaptive memory programming methodology,". *Computers & Operations Research*, vol. 32,no. 9, pp. 2309–2327.
- Tarantilis, C. D., Zachariadis, E. E., & Kiranoudis, C. T. (2008). "A guided tabu search for the heterogeneous vehicle routing problem,". *Journal of Operational Research Society*, vol. 59, pp. 1659–1673.
- Tas, D. (2014). "The time-dependent vehicle routing problem with soft time windows and stochastic travel times,". *Transportation Research Part C*, vol. 48, pp. 66–83.
- Tavakkoli-moghaddam, R., Gazanfari, M., Alinaghian, M., Salamatbakhsh, A., & Norouzi, N. (2011). "Technical paper A new mathematical model for a competitive vehicle routing problem with time windows solved by simulated annealing,". *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 30,no. 2, pp. 83–92.
- Thangiah, S. R., Potvin, J.-Y., & Sun, T. (1996). "Heuristic approaches to vehicle routing with backhauls and time windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 23,no. 11, pp. 1043–1057.
- Toth, P., & Vigo, D. (1999). "A heuristic algorithm for the symmetric and asymmetric vehicle routing problems with backhauls,". *European Journal of Operational Research*, vol. 113, pp. 528–543.
- Tütüncü, G. Y. (2010). "An interactive GRAMPS algorithm for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem with and without backhauls,". *European Journal of Operational Research*, vol. 201,no. 2, pp. 593–600.
- Vansteenwegen, P., Souffriau, W., & Sörensen, K. (2010). "Solving the mobile mapping van problem : A hybrid metaheuristic for capacitated arc routing with soft time windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 37, pp. 1870–1876.

- Vidal, T., Crainic, T. G., Gendreau, M., & Prins, C. (2013). "A hybrid genetic algorithm with adaptive diversity management for a large class of vehicle routing problems with time-windows,". *Computers & Operations Research*, vol. 40,no. 1, pp. 475–489.
- Wade, A. C., & Salhi, S. (2002). "An investigation into a new class of vehicle routing problem with backhauls,". *Omega*, vol. 30, pp. 479–487.
- Xu, J., Yan, F., & Li, S. (2011). "Vehicle routing optimization with soft time windows in a fuzzy random environment,". *Transportation Research Part E*, vol. 47,no. 6, pp. 1075–1091.
- Yu, B., Yang, Z. Z. Z., & Yao, B. Z. Z. (2011). "A hybrid algorithm for vehicle routing problem with time windows,". *Expert Systems with Applications*, vol. 38,no. 1, pp. 435–441.
- Yu, S., Ding, C., & Zhu, K. (2011). "A hybrid GA – TS algorithm for open vehicle routing optimization of coal mines material,". *Expert Systems With Applications*, vol. 38,no. 8, pp. 10568–10573.
- Zhang, T., Chaovalitwongse, W. A., & Zhang, Y. (2012). "Scatter search for the stochastic travel-time vehicle routing problem with simultaneous pick-ups and deliveries,". *Computers & Operations Research*, vol. 39,no. 10, pp. 2277–2290.
- Zhu, W., Qin, H., Lim, A., & Wang, L. (2012). "A two-stage tabu search algorithm with enhanced packing heuristics for the 3L-CVRP and M3L-CVRP,". *Computers & Operations Research*, vol. 39,no. 9, pp. 2178–2195.

## ANALISIS PEMILIHAN STRATEGI UNTUK MEMINIMUMKAN PENGUNAAN TAS BELANJA PLASTIK DENGAN PENDEKATAN “SOFT SYSTEM METHODOLOGY” STUDI KASUS: KECAMATAN SEMARANG BARAT

Haryo Santoso<sup>1</sup>; Noor M. Furqaan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH. Semarang 50275  
Telp (024) 7460052

Email: <sup>1</sup>haryokrmt@gmail.com; <sup>2</sup>noor.m.furqaan@gmail.com

### ABSTRAK

Indonesia tercatat sebagai Negara peringkat kedua yang membuang sampah plastik terbanyak di laut. Hal ini sangat berbahaya, karena sampah plastik dapat mencemari ekosistem laut. Sampah plastik juga berbahaya di darat karena menimbulkan berbagai macam pencemaran lingkungan. Pembatasan penggunaan plastik pun perlu dilakukan, salah satunya dengan meminimumkan penggunaan tas belanja plastik. Studi kasus dilakukan untuk memilih strategi meminimumkan penggunaan tas belanja plastik di Kecamatan Semarang Barat sebagai penghasil sampah terbesar di Kota Semarang (461,61 m<sup>3</sup>/hari). Kota Semarang merupakan Kota penghasil sampah terbesar di Provinsi Jawa Tengah (4836 m<sup>3</sup>/hari). Kecamatan Semarang Barat menghasilkan sampah plastik sebesar 13,39% atau sebesar 240.302,4 m<sup>3</sup> per tahun. Hingga saat ini kota Semarang belum memiliki aturan yang jelas terkait masalah sampah plastik, meskipun telah dikeluarkan himbauan penerapan kebijakan tas belanja plastik berbayar, tetapi hanya pada retail modern dan belum jelas pengelolaan dananya. Maka soft system methodology (SSM) digunakan untuk memilih strategi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut dan mengukur tingkat keberhasilan strategi tas belanja plastik berbayar dari Pemerintah. Melalui SSM diperoleh hasil bahwa pengguna tas belanja plastik memberi kebebasan kepada pihak retail dalam melakukan strategi untuk meminimumkan jumlah penggunaan tas belanja plastik. Strategi Pemerintah ternyata belum berhasil meminimumkan penggunaan tas belanja plastik, hanya 16% dari 50 responden pengguna plastik yang akan berhenti menggunakan tas belanja plastik jika tidak lagi disediakan secara gratis. Terdapat dua pilihan strategi bagi Pemerintah untuk mengatasi masalah ini, yaitu menaikkan harga tas belanja plastik atau melarang penggunaan tas belanja plastik.

**Kata kunci :** Kecamatan Semarang Barat, Soft System Methodology, Tas Belanja Plastik

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Semarang merupakan salah satu kota di Indonesia yang mengalami masalah penggunaan tas belanja plastik. Penggunaan tas belanja plastik di kalangan masyarakat Kota Semarang sulit untuk dikendalikan. Hal ini disebabkan oleh berbagai toko yang menyediakan pelayanan berupa tas belanja plastik secara gratis. Menurut Sununianti et al. (2014) sampah plastik membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat terurai oleh alam, selain itu sampah plastik akan menyebabkan berbagai pencemaran yang merusak lingkungan.

Menurut Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang (2014) setiap tahunnya Kota Semarang mengalami peningkatan jumlah penduduk sebesar 0,375% pertahun, dengan timbulan sampah sebesar 3 liter/orang/hari yang menghasilkan pertumbuhan timbulan sampah sebesar 1,00% pertahun. Penduduk Kota Semarang tahun 2014 berjumlah 1.638.942 jiwa. Dengan asumsi jumlah penduduk tiap Kepala Keluarga (KK) sebanyak 4 orang, maka jumlah KK di Kota Semarang sebanyak 409.735 jiwa. Timbulan sampah yang dihasilkan per KK sebanyak 13,26 liter/hari, dengan demikian jumlah timbulan sampah per hari Kota Semarang sebanyak 4.916.824,76 liter atau 4916,82 m<sup>3</sup>. Jika dihitung per tahunnya, maka timbulan sampah Kota Semarang sebanyak 1.794.641 m<sup>3</sup>.

Menurut Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang (2014) komposisi sampah di Kota Semarang terdiri dari sampah organik dan sampah non organik. Sampah organik memiliki persentase lebih besar dibandingkan sampah non organik, dimana persentase sampah organik sebesar 61,95%, sedangkan untuk sampah non organik sebesar 38,05%. Jenis sampah non organik yang persentasenya tertinggi adalah sampah jenis plastik, yaitu sebesar 13,39%. Dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa jumlah sampah plastik yang ditimbulkan per tahunnya pada Kota Semarang pada tahun 2014 sebanyak 240.302,4 m<sup>3</sup>.

Sampah plastik yang akan dikaji masalahnya dalam penelitian ini adalah yang berasal dari penggunaan tas belanja plastik. Menurut Kamarudin dan Yusuf (2012) tas belanja plastik yang biasa didapatkan dari toko untuk memudahkan pembeli memindahkan barang belanjaan mereka. Biasanya tas belanja plastik ini digunakan sekali pakai untuk membawa barang belanjaan menuju rumah, setelah itu langsung dibuang atau digunakan sebagai tempat menampung sampah lainnya.

Menurut Njeru (2006) dalam Jayaraman (2011) beberapa keuntungan dan kelebihan yang menyebabkan tas belanja plastik sering digunakan, diantaranya:

- Mudah didapat, tas belanja plastik tersedia dimana-mana karena lebih murah dibandingkan tas belanja dari bahan lain seperti kertas, kain, ataupun logam.
- Mudah disimpan, tas belanja plastik lebih kecil dan lebih tipis dibandingkan tas belanja lainnya, oleh karena itu tas belanja plastik tidak memerlukan ruang yang luas untuk menyimpannya.
- Ringan, tas belanja plastik lebih ringan dibanding tas belanja dari bahan lainnya, sehingga dapat dibawa kemana mana dengan lebih mudah.

Berbagai kelebihan yang dimiliki oleh tas belanja plastik tersebut menyebabkan tas belanja plastik semakin populer di masyarakat. Hal ini yang memicu peningkatan konsumsi tas belanja plastik sekaligus menumpuknya sampah yang berasal dari tas belanja plastik yang sudah tidak terpakai.

Menurut riset yang dilakukan oleh tim ilmuwan yang dikepalai oleh Jambeck (2015), Indonesia menempati urutan nomor 2 dalam daftar 20 negara yang membuang sampah plastik terbanyak di laut. Jika hal ini terus dibiarkan, tentu akan semakin mencemari ekosistem di laut. Peneliti lain, Roland Geyer dari *University of California*, menyatakan bahwa membersihkan lautan dari sampah plastik sangatlah tidak mungkin, hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah menghentikan membuang sampah ke laut. Untuk mewujudkan solusi tersebut, setidaknya dapat diawali dengan mengurangi jumlah sampah plastik yang dihasilkan.

Melihat berbagai masalah yang timbul dari penggunaan tas belanja plastik yang semakin meningkat ini, tentu pemerintah tidak tinggal diam. Pemerintah melakukan berbagai upaya untuk menerapkan regulasi yang dapat menekan penggunaan tas belanja plastik dan diterima dengan baik oleh masyarakat. Melalui berbagai upaya tersebut, akhirnya Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada hari Minggu, 21 Februari 2016, bertepatan dengan Hari Peduli Sampah Nasional, mengeluarkan Surat Edaran Nomor S.1230/PSLB3-PS/2016 tentang Harga dan Mekanisme Penerapan Kantong Plastik Berbayar. Surat Edaran itu menetapkan bahwa tiap kantong plastik berbayar senilai Rp 200,00 dan sudah termasuk Pajak Pertambahan Nilai.

Kota Semarang sendiri sebagai salah satu kota besar di Indonesia sudah memiliki Peraturan Daerah yang membahas pengelolaan sampah di kota Semarang, yakni Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2012 Kota Semarang tentang pengelolaan sampah. Sampah yang dimaksud dalam Peraturan Daerah ini adalah jenis-jenis sampah secara umum, belum ada Peraturan Daerah yang membahas mengenai tas belanja plastik, khususnya terkait penanganan dan pengurangan penggunaannya di kalangan masyarakat.

Menurut Wulandari (2015) Sistem pengelolaan sampah di Kota Semarang dipusatkan pada TPA Jatibarang yang mulai beroperasi pada tahun 1992 dan timbunan sampah telah melebihi daya tampung TPA sekitar 1,6 juta m<sup>3</sup> sejak tahun 2000. Kepala Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) TPA Jatibarang Semarang, Agus Junaidi (2016), mengatakan bahwa sampah yang masuk TPA Jatibarang setiap harinya rata-rata 800 ton dan menghasilkan 72 m<sup>3</sup> gas metan.

Menurut Indramawan (2014) Kota Semarang merupakan Kota yang menghasilkan sampah terbesar diantara Kota-Kota lain di Provinsi Jawa Tengah, bahkan volume sampah yang dihasilkan per harinya berbeda jauh dengan Kota – Kota lain, seperti Kota Pekalongan, Kota Tegal, Kota Salatiga, dan Kota Surakarta. Jumlah volume sampah per hari Kota Semarang pada tahun 2013 sebesar 4.836 m<sup>3</sup>. Sedangkan Kota lainnya seperti Kota Surakarta sebesar 278 m<sup>3</sup>, Kota Salatiga sebesar 360 m<sup>3</sup>, Kota Pekalongan sebesar 845 m<sup>3</sup>, dan Kota Tegal sebesar 730 m<sup>3</sup>.

Menurut Indramawan (2014) Kecamatan Semarang Barat merupakan Kecamatan yang menghasilkan produksi sampah terbesar di Kota Semarang, dengan jumlah produksi sampah sebesar 461,61 m<sup>3</sup>/hari, jumlah sampah yang terangkut sebesar 246,20 m<sup>3</sup> dan jumlah sampah yang tidak terangkut sebesar 215,41 m<sup>3</sup>. Dengan asumsi bahwa komposisi sampah di Kecamatan Barat sama dengan komposisi sampah Kota Semarang, maka jumlah produksi sampah plastik Kecamatan Semarang Barat adalah sebesar 61,81 m<sup>3</sup>.

Identifikasi masalahnya adalah terjadi peningkatan timbunan sampah plastik khususnya yang disebabkan oleh penggunaan tas belanja plastik di Kota Semarang, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan strategi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian dilakukan di Kecamatan Semarang Barat, karena Semarang Barat memiliki volume sampah rata-rata per hari yang

tertinggi diantara Kecamatan – Kecamatan lain di Kota Semarang. Metode yang digunakan adalah *Soft System Methodology*, yang biasa disingkat menjadi SSM, yaitu sebuah pendekatan berbasis sistem yang biasa digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan, khususnya masalah yang belum atau tidak terstruktur dengan jelas. Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut diatas, maka rumusan masalahnya adalah diperlukan suatu strategi yang tepat untuk diterapkan dalam usaha meminimumkan penggunaan tas belanja plastik.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Definisi *Soft System Methodology***

Menurut Martin (2008) *Soft system methodology* mulai diperkenalkan oleh Peter Checkland di Universitas Lancaster, Inggris pada tahun 1981. SSM mulai dikembangkan dengan tujuan untuk mengatasi masalah-masalah yang muncul dari aktivitas manusia. Menurut Sinn (1998) SSM merupakan kerangka kerja (*framework*) untuk memecahkan masalah yang sulit didefinisikan atau belum terstruktur dengan baik.

### **2.2 Langkah-Langkah *Soft System Methodology***

Menurut Brocklesby (1995) sejak SSM mulai diperkenalkan pada tahun 1981, metode ini terus berkembang hingga tahun 1990. Selama periode ini, SSM telah mengalami sejumlah revisi dan modifikasi, namun model yang paling umum digunakan tetap model original yang terdiri dari tujuh tahap. Checkland dan Scholes (1990) menegaskan bahwa tujuh tahap yang dilakukan dalam SSM tidak bersifat kaku, sehingga dalam prakteknya proses tersebut tidak harus selalu maju, namun dapat maju ataupun mundur pada setiap tahapnya. Ketujuh tahap SSM tersebut menurut Checkland dan Scholes (1990) adalah:

- Tahap 1: Mengkaji masalah yang tidak terstruktur
- Tahap 2: Mengekspresikan situasi masalah
- Tahap 3: Mendefinisikan komponen permasalahan pada aktivitas sistem
- Tahap 4: Membangun model konseptual
- Tahap 5: Membandingkan model konseptual dengan situasi masalah
- Tahap 6: Menetapkan perubahan yang layak dan diinginkan
- Tahap 7: Melakukan tindakan perbaikan atas masalah

### **2.3 Definisi Tas Belanja Plastik**

Menurut Indriyani (2015), kantong plastik atau yang sering disebut sebagai plastik kresek merupakan kantong atau pembungkus yang terbuat dari plastik yang sering digunakan untuk membawa barang konsumsi. Istilah kresek sudah tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia, hampir seluruh masyarakat Indonesia pernah menggunakan kantong plastik untuk berbagai kebutuhan, seperti saat membeli pakaian, makanan, minuman, dan barang-barang lainnya. Seiring perkembangan zaman, kantong plastik memiliki berbagai macam bentuk, fungsi dan warna.

## **3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. Pemilihan lokasi penelitian ini ditentukan berdasarkan beberapa alasan tertentu. Menurut Indramawan (2014) Kota Semarang memiliki jumlah volume sampah yang dihasilkan per hari paling tinggi dibandingkan Kota-Kota lain di Provinsi Jawa Tengah, sedangkan Kecamatan Semarang Barat merupakan Kecamatan yang memiliki volume sampah rata-rata per hari terbesar dibandingkan Kecamatan-Kecamatan lain di Kota Semarang.

### **3.2 Desain Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif analisis dengan menggunakan metode *soft system methodology*. Masalah sampah tas belanja plastik merupakan masalah nasional, namun karena keterbatasan waktu dan biaya, maka dilakukan studi kasus pada Kecamatan Semarang Barat

Pengumpulan data serta informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini didapatkan melalui wawancara tentang permasalahan sampah tas belanja plastik dengan pihak terkait, yaitu Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang. Selain itu digunakan 2 macam kuisioner, yaitu: Kuisioner

Pertama yang berisi tentang pemilihan strategi untuk mengatasi masalah penggunaan tas belanja plastik yang diberikan kepada responden pengguna tas belanja plastik di Kecamatan Semarang Barat, dan Kuisioner Kedua tentang strategi yang dikeluarkan Pemerintah untuk mengatasi masalah penggunaan tas belanja plastik yang diberikan kepada responden yang terdiri dari pihak retail dan pengguna tas belanja plastik yang berdomisili di Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang.

### 3.3 Model Konseptual

Model konseptual yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Tesis karangan Smith (2009) yang berjudul *Paper or Plastic? The Economic Implications of Plastic Carrier Bag Legislation in The United States*, yang terdapat dalam Zakiah (2011). Smith (2009) menyatakan bahwa terdapat lima strategi dasar yang dapat dipilih untuk mempengaruhi perilaku konsumen dalam menggunakan tas belanja plastik, yaitu *Retailer-Based Levy* (Retribusi Dibebankan Hanya Kepada Pihak Retail), *Consumer-Based Levy* (Retribusi Dibebankan Hanya Kepada Pihak Konsumen), *Plastic Bag Ban* (Melakukan Pelarangan Terhadap Penggunaan Tas Belanja Plastik), *Do Nothing* (Tidak Melakukan Apapun), dan *Target set and Enforced by the Retail Industry* (Memberikan Kebebasan Terhadap Pihak Retail Untuk Mengurangi Penggunaan Tas Belanja Plastik).

Berdasarkan referensi tersebut, hanya empat strategi yang akan dipilih dalam membentuk model konseptual yang cocok dengan penelitian ini. Strategi tidak dipilih adalah *Do Nothing*, karena dalam strategi tersebut yang dilakukan adalah tetap bertahan pada strategi yang sedang berjalan, dan strategi tersebut belum dapat menyelesaikan masalah penggunaan tas belanja dengan baik.

### 3.4 Variabel Penelitian

Berdasarkan model konseptual yang digunakan pada penelitian ini, maka dapat diketahui variabel apa saja yang digunakan sebagai strategi untuk mengatasi permasalahan dalam penelitian ini, yaitu *Retailer-Based Levy* (retribusi oleh retailer), *Consumer-Based Levy* (retribusi oleh konsumen), *Plastic Bag Ban* (larangan penggunaan kantong plastik), dan *Target set and enforced by the Retail Industry* (target yang ditetapkan dan ditegakkan oleh Industri Ritel).

### 3.5 Definisi Operasional Variabel

Variabel yang terdapat dalam penelitian ini kemudian didefinisikan secara detail sehingga didapatkan indikator atau alat ukur yang akan digunakan dalam mengolah data. Definisi serta indikator dari setiap variabel dalam penelitian ini adalah:

- Indikator Variabel “Retribusi dibebankan hanya kepada pihak retail”
  - Retribusi atas penggunaan tas belanja plastik seharusnya ditanggung oleh pihak retail
  - Pihak retail dapat menaikkan harga produknya untuk biaya retribusi penggunaan tas belanja plastik
  - Retribusi yang dikenakan kepada pihak retail lebih tepat karena sesuai dengan jumlah tas belanja plastik yang dihasilkan
  - Pihak retail akan menaikkan harga sewajarnya, hanya sebatas untuk mengganti biaya yang dikeluarkan untuk retribusi tas belanja plastik
- Indikator Variabel “Retribusi dibebankan hanya kepada pihak konsumen”
  - Retribusi atas penggunaan tas belanja plastik seharusnya ditanggung oleh pihak konsumen
  - Retribusi penggunaan tas belanja plastik seharusnya dikenakan untuk konsumen, untuk menghindari kenaikan harga produk karena retribusi dibebankan kepada pihak retail
  - Retribusi yang dikenakan kepada konsumen lebih tepat karena sesuai dengan jumlah tas belanja plastik yang digunakan
  - Konsumen dapat mengatur jumlah retribusi yang dibayarkan dengan menyesuaikan jumlah tas belanja plastik yang digunakan
- Indikator Variabel “Melarang penggunaan tas belanja plastic”
  - Seharusnya tas belanja yang terbuat dari plastik dilarang untuk digunakan
  - Pelarangan penggunaan tas belanja plastik tidak akan merugikan bagi kosumen

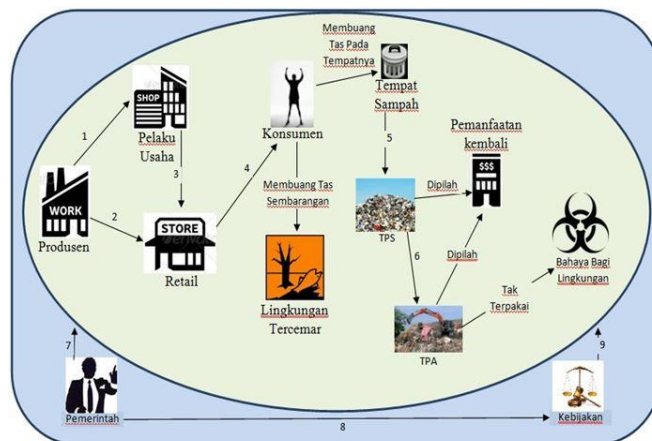
- Pelarangan penggunaan tas belanja plastik tidak akan merugikan bagi pihak retail
- Pelarangan penggunaan tas belanja plastik akan diterima dengan baik oleh pihak konsumen
- Indikator Variabel “Memberikan kebebasan terhadap pihak retail untuk mengurangi penggunaan tas belanja plastik
  - Kebijakan penggunaan tas plastik seharusnya diserahkan kepada pihak retail
  - Pihak retail akan bertanggung jawab terhadap lingkungan atas kegiatan bisnisnya tanpa perlu adanya himbauan atau dorongan
  - Pihak retail akan mengeluarkan kebijakan dengan memikirkan dampaknya terhadap lingkungan
  - Pihak retail dapat dengan bebas menentukan penggunaan tas belanja plastik sesuai dengan kebutuhannya

#### 4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

##### 4.1 Rich Picture Penggunaan Tas Belanja Plastik

Membangun *Rich Picture* adalah tahap ke 2 dalam metode SSM yang dilakukan setelah mengumpulkan sejumlah informasi tentang masalah penggunaan tas belanja plastik.

Kondisi masalah penggunaan tas belanja plastik tersebut kemudian dibentuk menjadi sebuah gambar bernama *rich picture* yang dapat menjelaskan bagaimana sebenarnya masalah yang sedang terjadi secara ringkas dan dapat lebih mudah dipahami. *Rich Picture* tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rich Picture Penggunaan Tas Belanja Plastik Kecamatan Semarang Barat

##### 4.2 Identifikasi Komponen Permasalahan

Setelah menggambarkan situasi masalah melalui *Rich Picture*, langkah selanjutnya dalam penyelesaian suatu masalah menggunakan pendekatan *Soft System Methodology* adalah melakukan identifikasi komponen permasalahan melalui elemen CATWOE. Hasil identifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Elemen CATWOE

No	Elemen	Definisi	Hasil Identifikasi
1	<i>Customer (C)</i>	Siapa saja yang mendapatkan manfaat dari sistem tersebut	Masyarakat Kecamatan Semarang Barat dan daerah sekitarnya
2	<i>Actor (A)</i>	Siapa saja yang melakukan <i>Transformation</i>	Produsen tas belanja plastik, pelaku usaha tas belanja plastik, dan penyedia tas belanja plastik
3	<i>Transformation (T)</i>	Proses perubahan dari input menjadi output	Strategi yang paling tepat untuk meminimumkan penggunaan tas belanja plastik
4	<i>Worldview (W)</i>	Cara pandang yang membuat <i>Transformation</i> berarti	Kesadaran akan bahaya penggunaan tas belanja plastik terhadap kelestarian lingkungan, serta meminimumkan penggunaan tas belanja plastik
5	<i>Owner (O)</i>	Siapa saja yang dapat mengontrol sistem	Pemerintah
6	<i>Environment Constraints (E)</i>	Kendala apa saja yang dapat menghambat pelaksanaan <i>Transformation</i>	Minimnya sumber daya pendukung dari Pemerintah, isu-isu negatif yang beredar di masyarakat

#### 4.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Kuisioner Pertama

Kuisioner Pertama bertujuan untuk memilih satu dari empat strategi yang ada. Kuisioner ini disebar kepada 100 orang responden yang menggunakan tas belanja plastik di Kecamatan Semarang Barat. Kuisioner ini menggunakan skala *Likert* yang terdiri dari lima pilihan jawaban, mulai dari jawaban sangat tidak setuju hingga jawaban sangat setuju. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan uji validitas dan uji reliabilitas. Setelah semua data terbukti valid dan reliabel, digunakan statistik deskriptif untuk membantu dalam melakukan analisis pemilihan strategi terpilih.

#### 4.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data Kuisioner Kedua

Kuisioner Kedua bertujuan untuk memperoleh data yang diperlukan untuk langkah ke-7 metode SSM. Kuisioner ini disebar kepada dua jenis responden, yaitu 50 orang responden yang menggunakan tas belanja plastik di Kecamatan Semarang Barat dan 21 pasar modern di Kecamatan Semarang Barat yang menyediakan tas belanja plastik kepada konsumen. Kuisioner ini terdiri dari pertanyaan dengan dua pilihan jawaban tertutup, dan memberikan kebebasan kepada responden untuk memberikan jawaban terbuka. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung persentase jawaban yang dipilih, yang disesuaikan dengan kategori berdasarkan jawaban responden. Setelah itu, hasil yang diperoleh akan digunakan untuk analisis keberhasilan tindakan pemerintah dalam mengatasi masalah tas belanja plastik.

### 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Strategi Terpilih

Berdasarkan hasil pengolahan data Kuisioner Pertama, akan dipilih satu strategi yang akan digunakan dalam membangun model konseptual sebagai salah satu metode SSM.

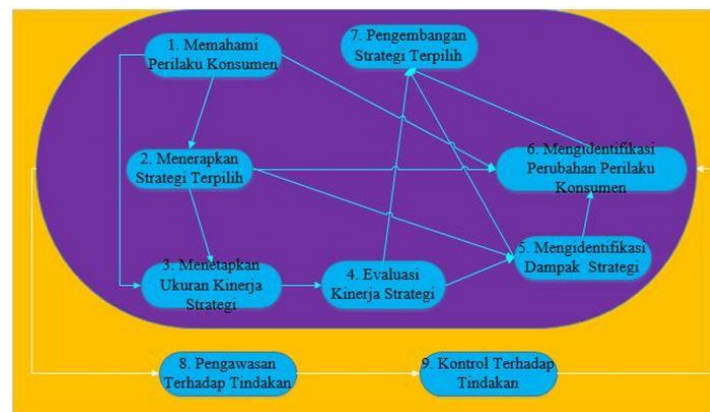
Setiap Strategi memiliki lima buah pernyataan yang akan ditanggapi responden dengan skala *Likert*, dimana nilai terendah yaitu 1, mewakili tanggapan sangat tidak setuju, dan nilai tertinggi yaitu 5, mewakili tanggapan sangat tidak setuju. Dengan demikian, setiap strategi memiliki nilai minimal total tanggapan sebesar 4, dan nilai tertinggi total tanggapan sebesar 20. Nilai total tanggapan dari 100 orang responden kemudian akan dihitung *mean*-nya serta berbagai informasi lainnya dari hasil statistik deskriptif sebagai pertimbangan untuk memilih strategi.

Setelah pengolahan data dilakukan, terlihat bahwa strategi yang dominan berdasarkan nilai *mean*-nya adalah strategi 3 dengan *mean* 13,19 dan strategi 4 dengan *mean* 13,57. Strategi 4 kemudian dipilih karena unggul dalam nilai *mean*, *mode*, dan berada pada posisi kedua tertinggi dalam nilai *minimum* dan *maximum*.

#### 5.2 Membangun Model Konseptual

Strategi yang terpilih, yaitu memberikan kebebasan pada pihak retail untuk meminimumkan penggunaan tas belanja plastik, akan digunakan dalam langkah keempat metode SSM, yaitu membangun model konseptual. Model Konseptual Strategi Terpilih dapat dilihat pada gambar 2.





**Gambar 1. Model Konseptual Strategi Terpilih**

### 5.3 Melakukan Tindakan Perbaikan Atas Masalah

Langkah ketujuh atau langkah terakhir dalam *Soft System Methodology* adalah melakukan tindakan perbaikan atas masalah. Pada tahap ini dilakukan implementasi rekomendasi strategi yang telah ditetapkan. Setelah rekomendasi strategi tersebut diimplementasikan, dilakukan pengukuran tingkat keberhasilan berdasarkan perubahan yang layak dan diinginkan yang telah ditetapkan sebelumnya. Jika perubahan tersebut dapat tercapai, maka rekomendasi atau tindakan yang diimplementasikan tersebut dapat dikatakan berhasil.

Strategi yang terpilih adalah memberikan kebebasan kepada pihak retail untuk mengatasi masalah penggunaan tas belanja plastik, hal ini sejalan dengan tindakan yang dilakukan pemerintah, yaitu melalui Surat Edaran Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tentang himbauan tas belanja plastik berbayar.

Langkah selanjutnya adalah mengukur tingkat keberhasilan melalui Kuisioner Kedua. Hasil dari Kuisioner Kedua tersebut adalah:

- ❖ 86% retail pasar modern yang menjadi responden tidak lagi menyediakan tas belanja plastik secara gratis dan menjualnya dengan harga Rp 200,00 per lembar.
- ❖ Seluruh retail pasar modern yang menjadi responden telah menyediakan tas belanja alternatif selain dari bahan plastik, namun masih ada karyawan yang belum memahami hal tersebut.
- ❖ Seluruh retail pasar modern yang menjadi responden telah memberikan informasi mengenai kebijakan tas belanja plastik berbayar kepada konsumen.
- ❖ Seluruh kasir dari retail pasar modern yang menjadi responden telah memberikan informasi mengenai kebijakan tas belanja plastik berbayar kepada konsumen, namun hanya 2 retail yang memberikan informasi tentang tujuan kebijakan tersebut.
- ❖ Seluruh retail dari pasar modern yang menjadi responden menjawab bahwa konsumen mulai menolak menggunakan tas belanja plastik sejak adanya kebijakan tas belanja plastik berbayar dengan tingkat penolakan cukup tinggi, namun lama kelamaan semakin menurun karena konsumen sudah terbiasa dengan harga tas belanja plastik berbayar tersebut.
- ❖ 62% retail pasar modern yang menjadi responden menjawab bahwa tidak ada konsumen yang membatalkan pembelian setelah mengetahui kebijakan tas belanja plastik berbayar, 38% retail sisanya menjawab terdapat konsumen yang membatalkan pembelian, namun tingkat pembatalannya rendah, artinya kebijakan ini seharusnya tidak memberikan kerugian yang besar dari segi penjualan kepada pihak retail.
- ❖ 52% retail pasar modern yang menjadi responden menjawab harga sebesar Rp 200,00 telah berhasil menekan penggunaan tas belanja plastik, 48% retail sisanya menjawab tidak berhasil karena harga tersebut terlalu murah.
- ❖ 67% retail pasar modern yang menjadi responden menjawab bahwa kebijakan tas belanja plastik berbayar sudah tepat untuk menekan jumlah penggunaan tas belanja

- plastik, 33% retail sisanya menjawab kebijakan tersebut tidak tepat karena harga tas belanja plastik berbayar yang dianggap terlalu murah.
- ❖ 86% retail pasar modern yang menjadi responden menjawab bahwa mereka telah melakukan pendataan hasil pembayaran tas belanja plastik dengan baik, 14% sisanya yang menjawab bahwa retail mereka belum melakukannya meskipun data penjualan tas belanja plastik sudah tertera di struk belanja menunjukkan tidak semua pegawai toko memahami proses bisnis di toko tersebut, terutama yang berhubungan dengan masalah penggunaan tas belanja plastik.
  - ❖ 38% retail pasar modern yang menjadi responden menjawab bahwa mereka tidak memberikan informasi kepada publik mengenai pengelolaan dana yang terkumpul dari hasil pembayaran tas belanja plastik. Karyawan dari 19% retail yang menjadi responden menjawab bahwa mereka tidak tahu bagaimana retail tempat mereka bekerja menggunakan dana tersebut. 43% retail menjawab bahwa mereka memberikan informasi tersebut, namun informasi yang mereka berikan tidak sama dan mereka tidak dapat memberikan bukti dari informasi tersebut.
  - ❖ 84% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa mereka masih akan menggunakan tas belanja plastik meskipun tidak disediakan secara gratis, karena mereka telah terbiasa menggunakan tas belanja plastik yang memudahkan mereka dalam membawa barang belanjaan mereka, terutama saat jumlah barang yang mereka beli cukup banyak. 16% responden pengguna tas belanja plastik sisanya menjawab tidak akan menggunakan tas belanja plastik setelah ada kebijakan tas belanja plastik berbayar untuk mendukung program pemerintah dan karena sudah terbiasa membawa tas belanja sendiri.
  - ❖ 86% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa mereka mengetahui dampak negatif tas belanja plastik terhadap lingkungan, 14% sisanya menjawab bahwa mereka tidak mengetahui dampak negatif tas belanja plastik terhadap lingkungan, hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna tas belanja plastik telah memahami bahaya penggunaan tas belanja plastik yang berlebihan.
  - ❖ 80% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa penggunaan tas belanja plastik perlu dibatasi, alasan utama mereka adalah dampak negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan. 20% responden menjawab bahwa penggunaan tas belanja plastik tidak perlu dibatasi, karena mereka sudah terbiasa dan menjadi kebutuhan saat belanja.
  - ❖ 64% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa mereka mengetahui berbagai upaya yang dilakukan untuk membatasi penggunaan tas belanja plastik, 36% responden sisanya menjawab bahwa mereka tidak mengetahui berbagai upaya untuk membatasi penggunaan tas belanja plastik.
  - ❖ 60% responden pengguna tas belanja plastik setuju dengan himbauan pemerintah untuk memberlakukan kebijakan tas belanja plastik berbayar pada pasar modern, karena dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, asalkan pengelolaan dana hasil pembayaran terbuka untuk umum. 40% responden sisanya menjawab bahwa mereka tidak setuju terhadap himbauan pemerintah tersebut karena dianggap akan merugikan konsumen.
  - ❖ 58% responden pengguna tas belanja plastik tidak setuju dengan penetapan harga sebesar Rp 200,00 untuk setiap tas belanja plastik yang digunakan, sebagian berpendapat bahwa harga tersebut terlalu murah, sebagian berpendapat bahwa harga tersebut terlalu mahal dan memberatkan konsumen. 42% responden pengguna tas belanja plastik setuju dengan penetapan harga tersebut, sebagian karena berpendapat akan membatasi penggunaan tas belanja plastik, sebagian karena merasa terlalu murah, sehingga tidak dihiraukan.
  - ❖ 58% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa mereka mengetahui tujuan dari penerapan kebijakan tas belanja plastik berbayar, 42% responden menjawab mereka tidak mengetahui tujuan penerapan kebijakan tersebut.

- ❖ 54% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa sejak diberlakukannya kebijakan tas belanja plastik berbayar mereka belum mulai membatasi penggunaan tas belanja plastik, karena mereka sangat membutuhkan tas belanja plastik. 46 responden sisanya menjawab mereka mulai membatasi penggunaan tas belanja plastik dengan membawa tas sendiri ketika belanja.
- ❖ 96% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa mereka tidak mengetahui bagaimana pengelolaan dana yang terkumpul dari hasil pembayaran tas belanja plastik digunakan, hanya 2% responden yang menjawab bahwa mereka mengetahuinya, namun yang mereka ketahui hanya sebatas untuk kegiatan positif bagi lingkungan hidup.
- ❖ 62% responden pengguna tas belanja plastik menjawab bahwa kebijakan tas belanja plastik berbayar adalah strategi yang tepat untuk mengatasi penggunaan tas belanja plastik, terutama jika harga yang diberlakukan cukup tinggi. 38% responden lainnya yang tidak setuju berpendapat bahwa masih ada cara lain yang lebih tepat, seperti langsung melarang penggunaan tas belanja plastik dan memberi denda kepada pihak retail yang menyediakan tas belanja plastik secara gratis.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan:

1. Strategi yang terpilih untuk diterapkan dalam mengatasi masalah penggunaan tas belanja plastik adalah strategi *Target Set and Enforced by the Retail Industry*, atau memberikan kebebasan terhadap pihak retail untuk mengurangi penggunaan tas belanja plastik.
2. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam menjalankan strategi yang terpilih untuk diterapkan dalam mengatasi masalah penggunaan tas belanja plastik terdiri dari sembilan macam tindakan, yaitu:
  - (1) Memahami perilaku konsumen
  - (2) Menetapkan strategi terpilih
  - (3) Menetapkan ukuran kinerja strategi
  - (4) Evaluasi kinerja strategi
  - (5) Mengidentifikasi dampak strategi
  - (6) Mengidentifikasi perubahan perilaku konsumen
  - (7) Pengembangan strategi terpilih
  - (8) Pengawasan terhadap tindakan
  - (9) Kontrol terhadap tindakan.
3. Kebijakan Pemerintah melalui Surat Edaran Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor S1230/PSLB-PS/2016 tentang penerapan tas belanja plastik berbayar seharga Rp 200,00 pada retail modern di 23 Kota di Indonesia, belum berhasil meminimumkan penggunaan tas belanja plastik di Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang, ditunjukkan dengan hanya 16% dari 50 orang pengguna tas belanja plastik yang bersedia untuk tidak lagi menggunakan tas belanja plastik jika tas belanja plastik tidak lagi disediakan secara gratis. Terdapat dua pilihan strategi bagi Pemerintah untuk mengatasi masalah ini, yaitu menaikkan harga tas belanja plastik atau melarang penggunaan tas belanja plastik.

### 6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat disarankan sebagai berikut:

1. Pemilihan strategi untuk diterapkan dalam mengatasi masalah penggunaan tas belanja plastik akan lebih baik jika dilakukan dalam area yang lebih luas dan dengan jumlah sampel yang lebih besar
2. Pemerintah sebaiknya melakukan sosialisasi langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam menjalankan strategi yang terpilih kepada konsumen dengan materi yang lebih menarik dan mudah dipahami, untuk menghindari munculnya isu negatif yang berkembang di masyarakat

3. Pengukuran tingkat keberhasilan tindakan perbaikan atas masalah sebaiknya dilakukan secara lebih rinci melalui penelitian selanjutnya dengan melakukan kerjasama dengan pihak pemerintah
4. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar untuk kuisioner kuantitatif tertutup atau menggunakan pertanyaan yang lebih mendalam pada kuisioner kualitatif terbuka, terkait pengukuran tingkat keberhasilan strategi, agar dapat menggambarkan kondisi populasi dengan lebih baik
5. Dalam penelitian ini, terdapat bias yang muncul karena alasan pengguna tas belanja plastik ramah lingkungan belum dapat diidentifikasi, oleh karena itu dalam penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis untuk menghilangkan bias tersebut

## PUSTAKA

- Brocklesby, John. 1995. Using Soft System Methodology to Identify Competence Requirements in HRM. *International Journal of Manpower*, 16(5): 70-84.
- Checkland, P., dan J. Scholes. 1990. *Soft System Methodology in Action*. Wiley, Chicester.
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang. 2014. *Rencana Strategis Satuan Kerja Perangkat Daerah (Renstra SKPD) Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang Tahun 2010-2015*. Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang. Semarang.
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang. 2014. *Timbunan Sampah dan Kebutuhan Sarana Kebersihan Kota Semarang Tahun 2014*. Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang. Semarang.
- Indramawan, Dandy Permana. 2014. *Analisis Willingness To Pay Pengelolaan Sampah Terpadu di Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Indriyani, Dewi. 2015. *Perlindungan Hukum Terhadap Konsumen Pengguna Kantong Plastik Hitam (Plastik Kresek) Berdasarkan Pasal 4 Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 Tentang Perlindungan Konsumen*. Skripsi. Universitas Jenderal Soedirman. Banyumas.
- Jambeck, Jenna R., Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, and Kara Lavender Law. 2015. Plastic Waste Inputs From Land Into the Ocean. *Science*, 347: 768-771.
- Jayaraman, K., Hasnah Haron, Gooi Bee Sung, dan Soh Keng Lin. 2011. Consumer Reflektions on the Usage of Plastic Bags to Parcel Hot Edible Items: an Empirical Study in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 19: 1527-1535.
- Kamaruddin, R., dan Mazila MD Yusuf. 2012. Selangor Government's "No Plastic Bag Day" Campaign: Motivation and Acceptance Level. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 42: 205-211.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. *Surat Edaran Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tentang Harga dan Mekanisme Penerapan Kantong Plastik Berbayar*. No. S.1230/PSLB3-PS/2016.
- Sununianti, Vieronica V., Dyah Hapsari ENH, dan Dadang Hikmah Purnama. 2014. Sosialisasi Penggunaan Furoshiki untuk Mengurangi Sampah Kantong Plastik dalam Gaya Hidup Modern. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 2(1): 88-100.
- Zakiah, Fairus. 2011. *Analisis Perilaku Konsumen Membawa Tas Belanja Sendiri Dengan Metode Partial Least Square (Studi Kasus Kecamatan Tembalang)*. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro. Semarang.

## USABILITY CHAT MESSENGER PADA SMARTPHONE (STUDI KASUS : LINE, KAKAO TALK, DAN WE CHAT)

Monica Kusuma<sup>1</sup>, Vivi Triyanti<sup>2</sup>, Marsellinus Bachtiar Wahju<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri –Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jalan Jenderal Sudirman 51, Jakarta 12930, Indonesia  
e-mail : <sup>2</sup>vivi.triyanti@atmajaya.ac.id

### ABSTRAK

Smartphone adalah teknologi canggih yang merupakan kombinasi PDA dan mobile phone. Didalam smartphone terus muncul berbagai aplikasi yang sangat mempengaruhi tingkat penggunaan smartphone itu sendiri, salah satunya adalah chat messenger. Terdapat tiga aplikasi chat messenger yang paling banyak digunakan yaitu Line, Kakao Talk, dan We Chat. Smartphone dan chat messenger merupakan dua hal yang saling beriringan, maka dari itu ingin diketahui apakah kedua hal tersebut dapat mempengaruhi usability chat messenger. Terdapat lima atribut yang mempengaruhi usability, diantaranya adalah efficient, satisfaction, learnability, memorability, dan error. Berdasarkan pengolahan data eksperimen dan analisis dari penelitian pengukuran usability chat messenger untuk kelima atribut, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Merek smartphone berpengaruh signifikan terhadap variabel respon efficiency (waktu dan jumlah klik) dan error bagi pengguna chat messenger. Jenis chat messenger berpengaruh signifikan terhadap variabel respon satisfaction bagi pengguna chat messenger. Bagi bukan pengguna aktif chat messenger, Merek smartphone dan jenis chat messenger juga berpengaruh signifikan terhadap variabel respon learnability. Sementara itu variabel respon memorability bagi bukan pengguna aktif chat messenger hanya dipengaruhi jenis chat messenger, bukan merk smartphone. Berdasarkan nilai usability secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penggunaan chat messenger terbaik adalah Kakao Talk pada Samsung

**Kata kunci :** Smartphone, Chat Messenger, Usability, dan Desain Eksperimen

### 1. PENDAHULUAN

Smartphone adalah teknologi canggih yang merupakan kombinasi PDA dan mobile phone. Smartphone adalah mobile phone yang memiliki fungsi seperti sistem komputerisasi, pengiriman pesan (email), akses internet dan memiliki berbagai aplikasi sebagai sarana pencarian informasi seperti kesehatan, olahraga, uang dan berbagai macam topik maka dari itu dapat disimpulkan bahwa smartphone layaknya komputer namun dalam ukuran kecil (Brusco, 2010). Didorong oleh evolusi dan kemunculan smartphone, bersama dengan penurunan biaya dan kenyamanan dalam penggunaan mobile data, maka diperkirakan bahwa aplikasi mobile instant messenger akan terus berkembang (Church & Oliviera, 2013). Mobile Instant Messenger atau yang sering disebut chat messenger merupakan suatu teknologi jaringan yang memungkinkan penggunaanya mengirimkan pesan secara realtime ke pengguna lain yang tersambung dalam sebuah jaringan LAN atau Local Area Network ataupun internet (Wijayanto, 2012).

Karena perkembangan zaman dimana banyak orang yang mulai beralih menggunakan smartphone dan aplikasi chat messenger. Smart Phone dan chat messenger merupakan dua hal yang saling beriringan, maka dari itu ingin diketahui apakah kedua hal tersebut dapat mempengaruhi usability chat messenger. Keberhasilan sebuah aplikasi ditentukan oleh banyak faktor diantaranya adalah usability. Menurut Baharudin dkk (2013), Usability adalah kemampuan sebuah produk untuk digunakan oleh manusia dengan mudah dan efektif atau dengan kata lain kualitas produk ketika digunakan. Penggunaan chat messenger pada smartphone setidaknya harus membuat pengguna, orang yang belum menggunakan menjadi lebih terbantu dengan adanya aplikasi ini dan memudahkan komunikasi yang dilakukan dengan sesama. Menurut Harrison dkk (2013), terdapat lima atribut yang mempengaruhi usability, diantaranya adalah efficient, satisfaction, learnability, memorability, dan error.

Dilatarbelakangi oleh hal – hal tersebut maka menarik untuk mengidentifikasi pengaruh dari perkembangan merek smartphone dan jenis chat messenger terhadap usability pengguna dan bukan pengguna. Selain itu menarik untuk mengidentifikasi perpaduan terbaik antara merek smartphone dan jenis chat messenger yang paling usable bagi pengguna chat messenger dan bagi bukan pengguna chat messenger. Berdasarkan penjelasan tentang latar belakang masalah penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang ingin diangkat dalam penelitian ini sebagai berikut : Apakah perbedaan merek smartphone dan jenis chat messenger dapat mempengaruhi usability bagi pengguna dan bukan

**pengguna chat messenger ?** Bagaimana tampilan *display* dari masing – masing perpaduan antara *smartphone* dan *chat messenger* ? Dari ringkasan rumusan masalah dalam kalimat tanya tersebut maka dapat disimpulkan tujuan dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi pengaruh perbedaan merek *smartphone* dan jenis *chat messenger* terhadap *usability* bagi **pengguna** dan **bukan pengguna chat messenger**.
2. Menganalisis tampilan *display* masing – masing perpaduan *smartphone* dan *chat messenger*.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Menurut Baharudin dkk (2013), *usability* telah menjadi kualitas penting dalam pengembangan aplikasi produk. Berbagai definisi *usability* dapat ditemukan dalam literatur, seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Definisi Usability**

Sumber	Definisi
Bevan (1995)	"Kemampuan untuk digunakan oleh manusia dengan mudah dan efektif"; "Kualitas digunakan"
Hornbæk dan Effie (2007)	"Efektivitas, efisiensi dan kepuasan dengan yang ditetapkan pengguna dapat mencapai tujuan khususnya lingkungan "
ISO / IEC 9126-1	"Kemampuan produk <i>software</i> untuk dipahami, dipelajari, digunakan dan menarik bagi pengguna, ketika digunakan dalam kondisi tertentu "
ISO 9241-11	" <i>Usability</i> mengacu pada sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuan tertentu dengan efektivitas, efisiensi dan kepuasan dalam konteks tertentu digunakan "

(Sumber : Baharuddin *et al.*, 2013)

*Usability* juga dibahas dari perspektif yang lebih luas, . Baharudin dkk (2013) menyatakan *usability* sebagai antarmuka pengguna yang baik dan bermanfaat, sehingga mungkin semua didasarkan masalah kegunaan. Nielsen mengusulkan beberapa kegunaan pedoman seperti ramah pengguna, kemudahan navigasi, kemampuan belajar, integrasi fungsi yang baik, konsistensi, dan kesederhanaan desain sebagai pedoman bagi para desainer. Harrison dkk (2013) mengidentifikasi lima atribut kegunaan, yaitu :

1. *Efficiency*  
Sumber daya yang dikeluarkan sehubungan dengan akurasi dan kelengkapan dengan mana pengguna dapat mencapai tujuan tertentu.
2. *Satisfaction*  
Kebebasan dari ketidaknyamanan, dan sikap positif terhadap penggunaan produk.
3. *Learnability*  
Sistem tersebut harus mudah untuk dipelajari sehingga pengguna dapat dengan cepat mulai mendapatkan pekerjaan yang dilakukan dengan sistem tersebut.
4. *Memorability*  
Sistem tersebut harus mudah ingat sehingga pengguna dapat kembali terbiasa menggunakan sistem tersebut setelah beberapa periode tidak menggunakannya tanpa harus belajar semuanya dari awal lagi.
5. Kesalahan  
Sistem tersebut harus memiliki tingkat kesalahan yang rendah, dan jika mereka membuat kesalahan mereka bisa mudah kembali memperbaikinya.

Atribut pada umumnya dirancang agar dapat menkomunikasikan kepentingan relative dan hubungan setiap elemen informasi dalam sebuah halaman (Hoover & Berkman, 2012). Desain sebuah halaman yang berasal dari arsitektur dalam sebuah produk dapat di sebut desain informasi. Hal – hal yang perlu di perhatikan dalam desain informasi dan memasukkan data, diantaranya adalah :

1. Posisi  
Posisi akan mempengaruhi informasi untuk mudah ditangkap oleh pengguna. Dalam desain informasi posisi umumnya lebih penting dibandingkan dengan ukuran, bentuk, dan sebagainya.
2. Ukuran

Ukuran dari sebuah atribut kerja akan mempengaruhi perhatian orang. Dimana ukuran elemen yang lebih besar semakin menarik perhatian, selain itu juga memberikan semakin banyak ruang untuk konten – konten dalam elemen tersebut.

3. Bentuk  
Bentuk dari sebuah atribut pada umumnya harus di rancang sesederhana mungkin untuk menarik perhatian. Contoh bentuk yang sering digunakan diantaranya: segitiga untuk peringatan, lingkaran untuk beberapa *icon* tertentu.
4. Kontras  
Kontras bukan tertujua pada warna yang digunakan, tetapi perbandingan antara dua warna yang berbeda. Kekontrasan tidak hanya dipengaruhi oleh perbedaan warna yang digunakan tetapi juga tergantung oleh kondisi pencahayaan.
5. Warna  
Warna – warna yang memiliki visibilitas tinggi akan semakin menarik banyak perhatian, sebagai tanda peringatan atau notifikasi yang masuk. Keadaan pencahayaan yang silau dapat membuat warna tersebut kurang menonjol.
6. Form  
Hal terakhir yang digunakan adalah bentuk – bentuk khusus dari elemen. Lebih menekankan terhadap penggunaan huruf tebal dan miring.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Persiapan penelitian yang dilakukan adalah melihat dari fenomena munculnya banyak *smartphone* yang diiringi dengan perkembangan dari *chat messenger* dan teori *usability* mendorong keinginan untuk mengidentifikasi pengaruh *smartphone* dan *chat messenger* terhadap *usability chat messenger*. Dalam bagian studi pustaka dicari sumber – sumber terkait dalam penelitian dari beberapa buku dan jurnal. Tahapan pengumpulan data akan diawali dengan penentuan variabel respon . Variabel respon yang akan diteliti mengadopsi model dari Nielsen, dimana *usability* dapat diukur melalui lima atribut yaitu : *efficient*, *error*, *satisfaction*, *learnability*, dan *memorability*. Atribut *efficient*, *error*, dan *satisfaction* diukur hanya untuk pengguna *chat messenger*. Sedangkan untuk bukan pengguna *chat messenger* mengukur empat atribut, yaitu : *learnability*, *error*, *satisfaction*, dan *memorability*. Setelah mentukan variabel respon, maka selanjutnya ditentukan varibel independen atau faktor dan juga taraf faktor yang akan digunakan dalam penelitian kali ini. Rangkuman Faktor dan Taraf Faktor yang akan digunakan dalam penelitian disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2. Rangkuman Faktor dan Taraf Faktor**

No.	Faktor	Taraf Faktor	Simbol
1	Jenis <i>Chat Messenger</i>	Line	C-1
		Kakao Talk	C-2
		We-Chat	C-3
2	Merek <i>Smartphone</i>	Samsung	S-1
		iPhone	S-2

Langkah selanjutnya adalah penentuan model matematis yang digunakan untuk desain faktorial dalam penelitian kali ini. Ekperimen kali ini meliputi dua buah faktor yaitu merek *smartphone* yang diwakili dengan huruf S dengan dua taraf faktor diwakili dengan  $i : 1, 2$ , dan jenis *chat messenger* diwakili dengan huruf C dengan taraf faktor tiga yang diwakili dengan  $j : 1,2$ , Tahapan penelitian eksperimen dilakukan dengan menggunakan desain acak sempurna untuk setiap kombinasi perlakuan untuk setiap n buah observasi. Model matematis dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

$$y_{ijk} = \mu + S_i + C_j + (SC)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \dots (1)$$

$$i = 1,2; j = 1,2,3; \text{ dan } k = 1,2,3,4$$

Dimana :

$y_{ijk}$  : Variabel respon yang terjadi karena pengaruh bersama taraf ke-i pada faktor S, taraf faktor ke-j faktor C, untuk observasi ke-k.

$\mu$  : Rata-rata yang sebenarnya (berharga konstan)

$S_i$  : Efek taraf ke-i faktor S merek *smartphone* terhadap variabel respon y

$C_j$  : Efek taraf ke-j faktor C jenis *chat messenger* terhadap variabel respon y

$(SC)_{ij}$  : Efek interaksi taraf ke- $i$  faktor S merek *smartphone* dan efek taraf ke- $j$  faktor C jenis *chat messenger* terhadap variabel respon  $y$ .  
 $\varepsilon_{ijk}$  : Efek kombinasi perlakuan  $ij$  terhadap unit eksperimen  $k$ .

Model yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah Model tetap dikarenakan perlakuan – perlakuan yang digunakan dalam penelitian kali ini berasal dari populasi yang terbatas dan pemilihan perlakuannya ditentukan secara langsung, ketika taraf untuk masing – masing faktor tetap banyaknya dan kesemuanya digunakan dalam eksperimen maka dapat disebut dengan model tetap (Sudjana, 1995). Hipotesis awal dan juga hipotesis tandingan adalah sebagai berikut :

**Hipotesis awal dari pengaruh faktor utama Merek *Smartphone* dan Jenis *Chat Messenger* :**

- $H_0 : S_i = 0$  {Tidak terdapat efek faktor S merek *smartphone* terhadap variabel respon  $y$ } dengan  $i = 1,2$
- $H_0 : C_j = 0$  {Tidak terdapat efek C jenis *chat messenger* terhadap variabel respon  $y$ } dengan  $j = 1,2,3$

**Hipotesis awal dari interaksi faktor Merek *Smartphone* dan Jenis *Chat Messenger* :**

- $H_0 : SC_{ij} = 0$  {Tidak terdapat efek faktor S merek *smartphone* dan C jenis *chat messenger* terhadap variabel respon  $y$ } dengan  $i = 1,2$  dan  $j = 1,2,3$

**Hipotesis tandingan dari pengaruh faktor utama Merek *Smartphone* dan Jenis *Chat Messenger* :**

- $H_1 : S_i \neq 0$  {Terdapat efek faktor S merek *smartphone* terhadap variabel respon  $y$ } dengan  $i = 1,2$
- $H_1 : C_j \neq 0$  {Terdapat efek C jenis *chat messenger* terhadap variabel respon  $y$ } dengan  $j = 1,2,3$

**Hipotesis tandingan dari interaksi faktor Merek *Smartphone* dan Jenis *Chat Messenger* :**

- $H_1 : SC_{ij} \neq 0$  {Terdapat efek faktor S merek *smartphone* dan C jenis *chat messenger* terhadap variabel respon  $y$ } dengan  $i = 1,2$  dan  $j = 1,2,3$

Pengolahan data dengan pendekatan desain eksperimen bagi pengguna *chat messenger* dilakukan dengan mengujikan dua variabel independen yaitu merek *smartphone* dan jenis *chat messenger* terhadap tiga atribut *usability* yaitu *efficient*, *error*, dan *satisfaction*. Pengolahan data eksperimen bagi bukan pengguna *chat messenger* mencakup hampir semua atribut *usability* yaitu: *learnability*, *error*, *satisfaction*, dan *memorability*.

#### 4. HASIL

Hasil untuk setiap pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen didapatkan dari hasil perhitungan secara manual dan *software* SPSS. Rekapitulasi hasil pengolahan data bagi pengguna *chat messenger* dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Rekapitulasi Eksperimen *Usability* untuk Pengguna**

Variabel Dependen	Variabel Independen	Uji Normal		Uji Homogenitas		Uji ANOVA	
		P-Value	Ket	Sig.	Ket	Sig.	Keterangan
<i>Efficient</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.748	Normal	0.502	Homogen	0.03	Signifikan Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.002	Signifikan Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.786	Tidak Mempengaruhi
<i>Error</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.089	Normal	0.84	Homogen	0.01	Signifikan Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.099	Tidak Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.32	Tidak Mempengaruhi
<i>Satisfaction</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.222	Normal	0.476	Homogen	0.592	Tidak Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.002	Signifikan Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.678	Tidak Mempengaruhi

Berdasarkan tabel 3., dapat diketahui bahwa terdapat setidaknya terdapat minimal satu pengaruh variabel independen terhadap masing – masing variabel dependen *usability* yang ada. Rekapitulasi hasil pengolahan data bagi bukan pengguna *chat messenger* disajikan pada tabel 4. Berdasarkan tabel 4. dapat diketahui bahwa untuk atribut *learnability* dan *memorability* terdapat minimal satu variabel independen yang berpengaruh. Sedangkan untuk *error* dan *satisfaction* tidak ada variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependennya.



**Tabel 4. Rekapitulasi Eksperimen *Usability* untuk Bukan Pengguna**

Variabel Dependen	Variabel Independen	Uji Normal		Uji Homogenitas		Uji ANOVA	
		P-Value	Ket	Sig.	Ket	Sig.	Keterangan
<i>Learnability</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.83	Normal	0.42	Homogen	0.036	Signifikan Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.002	Signifikan Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.057	Tidak Mempengaruhi
<i>Error BP</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.415	Normal	0.273	Homogen	0.191	Tidak Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.245	Tidak Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.368	Tidak Mempengaruhi
<i>Satisfaction BP</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.129	Normal	0.155	Homogen	0.107	Tidak Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.755	Tidak Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.101	Tidak Mempengaruhi
<i>Memorability</i>	Merek <i>Smartphone</i>	0.387	Normal	0.062	Homogen	0.145	Tidak Mempengaruhi
	Jenis <i>Chat Messenger</i>					0.001	Signifikan Mempengaruhi
	Interaksi SC					0.138	Tidak Mempengaruhi

Penentuan atribut *efficient* dilakukan dengan dua cara yaitu : mengukur lamanya waktu yang dibutuhkan dan/atau jumlah klik yang dibutuhkan pengguna ketika menggunakan *chat messenger* tersebut. Pada tabel 5. telah disajikan perhitungan nilai *usability* untuk pengguna *chat messenger*.

**Tabel 5. Nilai *Usability* Bagi Pengguna *Chat Messenger***

Kombinasi	<i>Efficient Waktu</i>	<i>Efficient Klik</i>	<i>Error</i>	<i>Satisfaction</i>	<i>Usability Pengguna</i>
Line - iPhone	64	60	24	87	59
Kakao Talk - iPhone	77	70	57	76	70
We Chat - iPhone	83	81	59	74	74
Line - Samsung	72	78	67	92	77
Kakao Talk - Samsung	91	85	81	74	83
We Chat - Samsung	91	87	69	75	80

Berdasarkan hasil tersebut nilai *usability* pengguna *chat messenger* sangat dipengaruhi oleh ketiga atribut *usability chat messenger*. Dan didapatkan hasil terbaik yaitu penggunaan Kakao Talk pada Samsung memiliki nilai *usability* terbaik untuk pengguna *chat messenger*. *Usability* bagi bukan pengguna *chat messenger* diukur melalui atribut *learnability*, *error*, *satisfaction*, dan *memorability*. Nilai *usability* bukan pengguna dihitung dari rata – rata setiap atribut yang telah dikonversi. Pada tabel 6. disajikan rekapitulasi nilai *usability* bagi bukan pengguna *chat messenger*

**Tabel 6. Nilai *Usability* Bagi Bukan Pengguna *Chat Messenger***

Kombinasi	<i>Learnability</i>	<i>Error</i>	<i>Satisfaction</i>	<i>Memorability</i>	<i>Usability Bukan Pengguna</i>
Line - iPhone	55	75	84	60	69
Kakao Talk - iPhone	73	83	80	79	78
We Chat - iPhone	79	63	83	79	76
Line - Samsung	70	50	91	70	70
Kakao Talk - Samsung	90	73	68	91	80
We Chat - Samsung	73	66	67	74	70

Dari tabel 7. maka dapat dilihat bahwa kombinasi terbaik Kakao Talk – Samsung memiliki nilai tertinggi pada atribut *learnability* dan *memorability*. Secara keseluruhan sesuai dengan atribut *usability* (Nielsen & Mack, 1994) maka didapatkan perhitungan nilai *usability* dengan menggunakan seluruh atribut yang diukur baik untuk pengguna *chat messenger* ataupun bukan pengguna *chat messenger*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui *usability* keseluruhan untuk setiap perpaduan dari merek *smartphone* dan jenis *chat messenger*. Pada tabel 7. disajikan rekapitulasi nilai *usability* secara keseluruhan

**Tabel 7. Nilai Usability Keseluruhan**

Kombinasi	Efficient Waktu	Efficient Klik	Error	Satisfaction	Learnability	Error BP	Satisfaction BP	Memorability	Usability Keseluruhan
Line - iPhone	64	60	24	87	55	75	84	60	64
Kakao Talk - iPhone	77	70	57	76	73	83	80	79	74
We Chat - iPhone	83	81	59	74	79	63	83	79	75
Line - Samsung	72	78	67	92	70	50	91	70	74
Kakao Talk - Samsung	91	85	81	74	90	73	68	91	82
We Chat - Samsung	91	87	69	75	73	66	67	74	75

Dari tabel 7. maka didapatkan perhitungan untuk setiap kombinasi antara merek *smartphone* dan jenis *chat messenger* dan dari hasil perhitungan tersebut penggunaan Kakao Talk pada Samsung memiliki nilai *usability* tertinggi.

## 5. PEMBAHASAN

Perbedaan *usability* untuk setiap *chat messenger* yang diukur berdasarkan atribut – atribut *usability* yang diukur baik untuk pengguna ataupun bukan pengguna. Hal ini dipengaruhi juga oleh perbedaan masing – masing tampilan *display chat messenger* pada setiap *smartphone* yang berbeda.

Hasil rekapitulasi untuk hasil pengolahan data eksperimen disajikan pada tabel 8.

**Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Pengolahan Data Eksperimen**

Kriteria	Variabel Dependen	Variabel Independen Berpengaruh	Perbedaan	Terbaik	Keterangan
Pengguna	Efficient	Merek <i>smartphone</i>	Letak <i>Fixed Menu</i> , dan Letak <i>Reveable Menu</i>	Samsung - Kakao Talk	Tampilan <i>Fixed Menu</i> dan <i>Reveable Menu</i> terletak di bagian atas sehingga tidak terganggu oleh jari pengguna
		Jenis <i>chat messenger</i>			
	Error	Merek <i>smartphone</i>	Tampilan <i>Keyboard</i>	Samsung	Memiliki tampilan <i>keyboard</i> dengan ukuran yang lebih besar
	Satisfaction	Jenis <i>chat messenger</i>	Rekapitulasi setiap item pernyataan	Line	Pengguna merasa mudah ketika menghapus <i>chat (end chat)</i>
Bukan Pengguna	Learnability	Merek <i>smartphone</i>	Tampilan <i>icon</i> dan <i>Reveable Menu</i>	Samsung - Kakao Talk	Tampilan <i>icon</i> dengan kerangka <i>circle</i> dengan warna yang berbeda – beda untuk setiap <i>icon</i> serta tampilan <i>reveable menu</i> yang <i>vertical grid</i> .
		Jenis <i>chat messenger</i>			
	Error BP	-	Lebih besar dibandingkan rata – rata <i>error</i> pengguna <i>chat messenger</i>	Samsung	Rata – Rata Kesalahan adalah kesalahan ketik dan tujuan. Jumlah kesalahan yang dilakukan bukan pengguna lebih besar dikarenakan bukan pengguna belum terbiasa.
	Satisfaction BP	-	Lebih rendah dibandingkan rata – rata <i>satisfaction</i> pengguna <i>chat messenger</i>	Kakao Talk	Rata – rata bukan pengguna merasa mudah untuk mengirimkan pesan, namun ada beberapa yang merasa tidak mudah dalam menemukan elemen – elemen yang akan digunakan
	Memorability	Jenis <i>chat messenger</i>	Tampilan <i>icon</i>	Kakao Talk	Tampilan <i>icon</i> dengan kerangka <i>circle</i> dengan warna yang berbeda – beda untuk setiap <i>icon</i> membuat bukan pengguna mudah mengingat elemen – elemen yang akan digunakan.

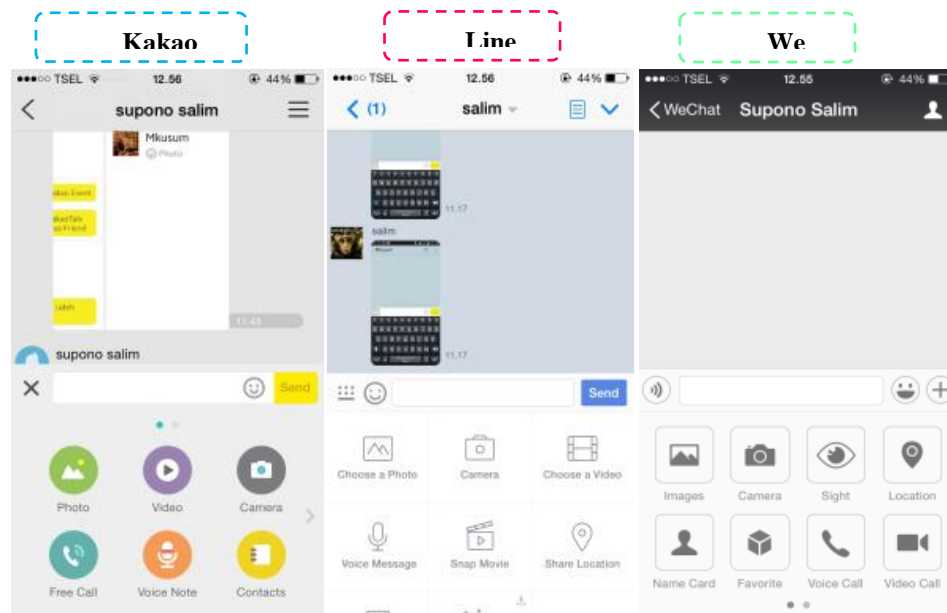
Dari hasil rekapitulasi pengolahan data pada tabel 8. maka dapat diketahui bahwa perbedaan – perbedaan yang berpengaruh terhadap *usability* diantaranya adalah :

- *Fixed Menu*
- *Reveable Menu*
- *Keyboard*
- *Icon*

Perbedaan *chat messenger* akan berpengaruh terhadap perbedaan tampilan dari setiap *chat messenger*. Secara lebih lengkap akan dibahas mengenai perbedaan tampilan untuk *chat messenger* Line, Kakao Talk, dan We Chat pada kedua *smartphone* iPhone dan Samsung dengan penjelasan tampilan mana yang terbaik beserta keterangan yang dirangkum secara singkat pada tabel 9.

**Tabel 9. Rekapitulasi Perbedaan Tampilan Chat Messenger**

Perbedaan	iPhone			Samsung			Terbaik	Keterangan
	Line	Kakao Talk	We Chat	Line	Kakao Talk	We Chat		
Letak Fixed Menu	Bawah	Bawah	Bawah	Atas	Atas	Bawah	Atas	Tidak terhalang jari
Teks Pendukung di bawah fixed menu	Ada	Ada	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada	Ada	Mendukung gambar dalam penyampaian informasi
Letak Reveable Menu	Bawah	Bawah	Bawah	Atas	Bawah	Bawah	Atas	Tidak terhalang jari
Tampilan Reveable Menu	Vertical Grid	Horizontal Grid	Horizontal Grid	Vertical Grid	Horizontal Grid	Horizontal Grid	Vertical Grid	Tidak memenuhi chat room
Bentuk kerangka icon	Rectangle	Circle	Round Rectangle	Rectangle	Circle	Round Rectangle	Circle	Kerangka tersebut terpisah dari teks pendukung
Kontras warna icon	Sama setiap icon	Berbeda setiap icon	Sama setiap icon	Sama setiap icon	Berbeda setiap icon	Sama setiap icon	Berbeda	Menjadi ciri khas untuk setiap aksi
Kontras Warna keyboard	Black On White			White On Black			Black on White	Mudah terlihat karena lebih kontras
Ukuran Kotak Huruf dalam keyboard	p x l : 0,55 cm x 0,65 cm			p x l : 0,4 cm x 0,45 cm			p x l : 0,55 cm x 0,65 cm	Mudah terbaca karena ukuran lebih besar

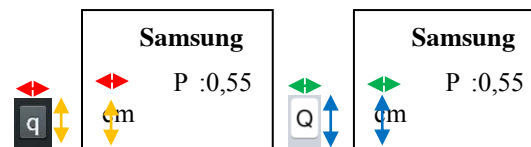


**Gambar 1. Tampilan Reveable Menu Ketiga Chat Messenger**

Hal lain yang mempengaruhi *usability* lainnya adalah perbedaan tampilan *keyboard* dari masing – masing *smartphone*, perbedaan tersebut akan mempengaruhi kesalahan pengguna (mengetik pesan teks) ketika menggunakan *chat messenger* tersebut.



Dari gambar 2. dan 3. dapat terlihat bahwa adanya perbedaan tampilan *keyboard* ketika menggunakan *chat messenger* pada *smartphone* iPhone dan Samsung. Pada *keyboard smartphone* iPhone warna *background keyboard* secara keseluruhan adalah warna abu – abu muda dan untuk setiap kotak hurufnya terdapat warna *background* putih dengan warna tulisan hitam. Sedangkan untuk *keyboard* Samsung iPhone warna *background keyboard* secara keseluruhan adalah warna hitam dan untuk setiap kotak hurufnya terdapat warna *background* abu – abu gelap dengan warna tulisan putih. Dan dari hasil pengamatan didapatkan pula bahwa dimensi setiap kotak huruf pada kedua *smartphone* berbeda.



Dimensi ukuran dari kedua *smartphone* yang berbeda membuat adanya perbedaan ukuran *keyboard* serta perbedaan ukuran setiap kotak huruf pada *keyboard* tersebut. Kesalahan umum yang sering terjadi adalah kesalahan ketik (*slip*) dikarenakan ukuran huruf yang kecil dan warna dari tulisan itu sendiri. Semakin banyaknya kesalahan yang dilakukan akan mempengaruhi jumlah klik dan waktu yang dibutuhkan.

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Pengukuran *Usability*

Pengukuran Nilai <i>Usability</i>			
Kriteria	Terbaik	Terburuk	Keterangan
Pengguna	Kakao Talk - Samsung	Line iPhone	<p>Tampilan Kakao Talk – Samsung memiliki perpaduan yang baik dimana pengguna dapat lebih mudah dalam memilih <i>icon</i> – <i>icon</i> yang ada pada <i>fixed menu</i> dan <i>reveable menu</i> serta tampilan <i>keyboard</i> yang lebih besar.</p> <p>Tampilan Line – iPhone memiliki tampilan yang sangat simpel, namun sering terganggu dikarenakan letak <i>fixed menu</i> dan <i>reveable menu</i> yang sering terhalang oleh jari. Dan dikarenakan tampilan huruf lebih kecil</p>
Bukan Pengguna	Kakao Talk - Samsung	Line iPhone	<p>Tampilan Kakao Talk – Samsung menggunakan kekontrasan warna yang cukup tinggi pada tampilan <i>icon reveable menu</i>, dimana untuk setiap <i>icon</i> akan memiliki warna yang berbeda sehingga mudah untuk diidentifikasi.</p> <p>Tampilan Line – iPhone setiap <i>icon</i> pada <i>reveable menu</i> menggunakan warna yang sama. Dan tidak ada jarak yang terlihat jelas antara satu <i>icon</i> dengan <i>icon</i> lainnya</p>
Keseluruhan	Kakao Talk - Samsung	Line iPhone	<p>Tampilan Kakao Talk – Samsung memiliki perpaduan posisi <i>fixed menu</i> dan <i>reveable menu</i> dibagian atas, ukuran huruf yang cukup besar, penggunaan warna yang mencolok, dan menggunakan warna yang kontras untuk setiap <i>icon</i>.</p> <p>Tampilan Line – iPhone memiliki memiliki posisi <i>fixed menu</i> dan <i>reveable menu</i> yang sering terhalang jari, memiliki ukuran huruf yang lebih kecil dan tidak menggunakan kekontrasan warna yang membedakan untuk setiap <i>icon</i> nya</p>

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan menjawab tujuan penelitian maka dapat disimpulkan :

1. Atribut *usability* yang diukur untuk pengguna adalah *efficient*, *error*, dan *satisfaction*. Sedangkan atribut *usability* yang diukur untuk bukan pengguna adalah *learnability*, *memorability*, *error*, dan *satisfaction*.
2. Berdasarkan posisi, ukuran, bentuk kontras dan warna perpaduan antara *smartphone* dan *chat messenger* terbaik adalah Kakao Talk pada Samsung.

## PUSTAKA

- Baharuddin et al. (2013). Usability Dimensions for Mobile Applications-A Review. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 2013.
- Banga C, Weinhold J, (2014) Essential Mobile Interaction Design. USA: Addison-Wesley
- Brusco, J.M (2010). Using Smartphone Application in Perioperative Practice. AORN Journal. Vol 92, no 5, pp 503-8
- Church K and de Oliveira R. (2013). What's up with WhatsApp? Comparing Mobile Instant Messaging Behaviors with Traditional SMS, Mobile HCI 2013 p. 352-361. ACM
- Harrison, R., Flood, D. and Duce, D. (2013). Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. Journal of Interaction Science, vol 1 ,no 1, pp. 2-16.
- Hartson HR, Andre TS, Williges RC (2003) Criteria For Evaluating Usability Evaluation Methods. International Journal Of Human-Computer Interaction, 15 (1), 145-181
- Hooper, S, Berkman E. (2012), Designing mobile interface. Canada: O'Reilly Media Inc.
- Nielsen, J., and Mack, R. L. (1994). *Usability Inspection Methods*. New York : John Wiley & Sons
- Lowdermilk, T. (2013), User Centered Design. Canada: O'Reilly Media Inc.
- Rubin J, Chisnell D (2008). Handbook of Usability Testing Second Edition, How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests, Indianapolis: Wiley Publishing Inc.
- Wijayanto, Bachtiar. (2012). Merancang dan Membangun Aplikasi Chat Messenger Untuk Android. Naskah Publikasi. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknologi AMIKOM. Yogyakarta.

## ANALISIS RISIKO PADA UKM RUMAH BROWNIES MAYLISA DENGAN METODE *HOUSE OF RISK*

Adinda Putri Prihapsari<sup>1</sup>, Nia Budi Puspitasari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: app.dinda@gmail.com

### ABSTRAK

Sebesar 51,09% masalah yang timbul pada UKM disebabkan oleh keterbatasan dana, maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis risiko – risiko yang dihadapi salah satu UKM yang ada di Semarang yaitu Rumah Brownies Maylisa dan memberikan strategi mitigasi yang dapat membantu menanggulangi risiko yang ada. Rumah Brownies Maylisa merupakan salah satu UKM pangan di Semarang yang produknya telah menjadi buah tangan andalannya orang Semarang. Dari hasil wawancara dan brainstorming dengan pemilik dan tangan kanan Rumah Brownies Maylisa, diketahui terdapat 17 risiko yang disebabkan oleh 34 agen risiko. Penelitian ini menggunakan metode *House of Risk* yang terdiri dari 2 fase. Fase pertama menghasilkan ranking nilai *Aggregate Risk Planning* (ARP) yang didapatkan dari perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi dari kejadian risiko dan agen risiko.. Dari nilai ARP, agen risiko diplotkan dalam diagram Pareto dan didapatkan agen risiko A33, A5, A10, dan A26 menjadi penyebab utama dari terjadinya risiko. Keempat agen risiko tersebut kemudian dibuatkan strategi mitigasinya dan selanjutnya diplotkan dalam *House of Risk* fase 2 untuk mengetahui strategi mana yang sebaiknya dilakukan terlebih dahulu. Didapatkan 15 strategi yang mampu memitigasi risiko pada Rumah Brownies Maylisa.

**Kata Kunci:** Analisis Risiko; *House of Risk*; Rumah Brownies Maylisa ; Strategi Mitigasi

## 1. PENDAHULUAN

Rumah Brownies Maylisa merupakan salah satu UKM pangan di Semarang yang telah memiliki 17 cabang yang tersebar di Semarang dan kota sekitarnya. Meskipun telah memiliki banyak cabang dan telah menjadi buah tangan andalannya orang Semarang, namun Rumah Brownies Maylisa tidak luput dari berbagai risiko. Berdasar pada penelitian yang dilakukan Winarni (2006) dan Situmorang (2008), permasalahan yang dihadapi UKM meliputi kurangnya permodalan, kesulitan dalam pemasaran, struktur organisasi sederhana dengan pembagian kerja yang tidak baku, kualitas manajemen rendah, SDM terbatas dan kualitasnya rendah, tidak memiliki laporan keuangan, aspek legalitas rendah, dan rendahnya kualitas teknologi. Permasalahan – permasalahan tersebut dapat mengakibatkan keterbatasan kemampuan penetrasi dan diversifikasi pasar UKM, keuntungan yang didapat rendah, dan UKM tidak memiliki keunggulan kompetitif.

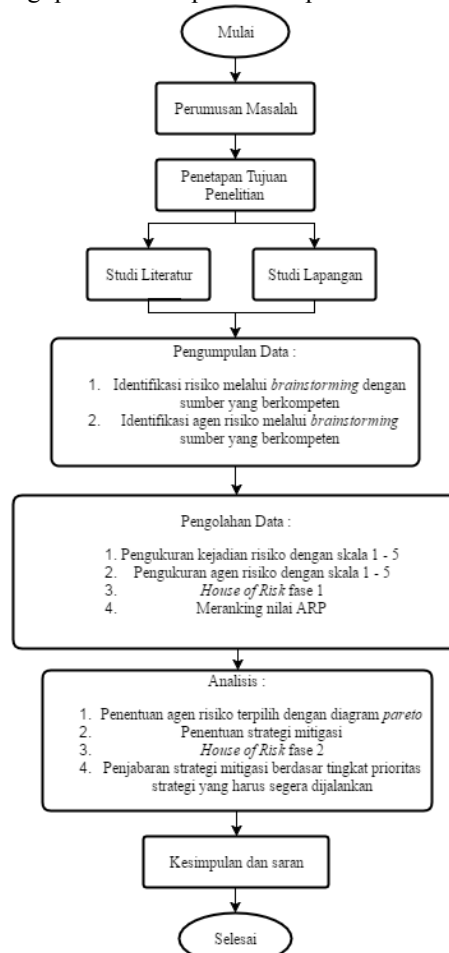
Dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pemilik dan tangan kanan pemilik Rumah Brownies Maylisa diketahui terdapat 17 risiko yang terjadi pada Rumah Brownies Maylisa. Dari 17 risiko tersebut diketahui 4 risiko memiliki dampak sangat besar terhadap Rumah Brownies Maylisa yang dapat mempengaruhi pendapatan yang diterima. Ditengah keterbatasan dana yang dihadapi UKM Rumah Brownies Maylisa, keempat risiko tadi tentunya memperparah dampak yang harus ditanggung Rumah Brownies Maylisa. Terlebih Rumah Brownies Maylisa sendiri belum menerapkan manajemen risiko dan bahkan karyawan Rumah Brownies Maylisa kurang mengetahui akibat yang ditimbulkan dari terjadinya risiko. Maka dari itu, dibutuhkan suatu manajemen risiko yang mampu membantu UKM Rumah Brownies Maylisa untuk mencegah dan menanggulangi risiko yang ada.

Penelitian ini nantinya akan menganalisis risiko – risiko yang ada pada UKM Rumah Brownies Maylisa dengan mengelompokkannya ke dalam 4 kelompok aktivitas yang terdiri dari pengadaan bahan baku, proses produksi, distribusi dan penjualan, serta pemasaran. Setelah mengelompokkan risiko – risiko yang ada, selanjutnya mengidentifikasi agen risiko yang menjadi penyebab terjadinya risiko – risiko. Kemudian dilanjutkan dengan metode *House of Risk* fase 1 dan metode *House of Risk* fase 2. Berdasar hal – hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk : (1) Mengidentifikasi risiko – risiko yang terjadi pada UKM Rumah Brownies Maylisa, (2) Mengidentifikasi agen risiko yang menyebabkan terjadinya risiko pada UKM Rumah Brownies Maylisa, dan (3) Menentukan strategi mitigasi yang mampu menanggulangi terjadinya risiko pada UKM Rumah Brownies Maylisa.

## 2. BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian ini data yang digunakan didapatkan dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pemilik dan tangan kanan pemilik Rumah Brownies Maylisa yang meliputi risiko dan penyebab terjadinya

risiko. Setelah risiko dan agen risiko didapatkan, kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan metode *House of Risk* yang terdiri dari 2 fase. Fase pertama menghasilkan rangking nilai Aggregate Risk Planning (ARP) yang didapatkan dari perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi dari kejadian risiko dan agen risiko. Dari nilai ARP, agen risiko diplotkan dalam diagram Pareto untuk mendapatkan 20% penyebab utama dari 80% terjadinya risiko. Kemudian 20% penyebab utama tersebut dibuatkan strategi mitigasinya dan selanjutnya diplotkan dalam *House of Risk* fase 2 untuk mengetahui strategi mana yang sebaiknya dilakukan terlebih dahulu. *Flowchart* metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 *flowchart* metodologi penelitian

### 3. TINJAUAN PUSTAKA

#### a) Manajemen Risiko

Menurut AS/NZS 4360:2004, manajemen risiko adalah kultur, proses, dan struktur yang diarahkan kepada manajemen yang efektif mengenai peluang - peluang yang potensial dan pengaruh – pengaruh yang merugikan. Manajemen risiko juga merupakan suatu aplikasi dari manajemen umum yang mencoba untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menangani sebab dan akibat dari ketidakpastian pada sebuah organisasi (Arthur dan Richard, 1987). Adapun tujuan manajemen risiko yaitu (PTPN, 2014) :

1. Melindungi perusahaan dari risiko signifikan yang dapat menghambat pencapaian tujuan perusahaan
2. Memberikan kerangka kerja manajemen risiko yang konsisten atas risiko yang ada pada proses bisnis dan fungsi-fungsi dalam perusahaan
3. Mendorong manajemen untuk bertindak proaktif mengurangi risiko kerugian, menjadikan pengelolaan risiko sebagai sumber keunggulan bersaing, dan keunggulan kinerja perusahaan
4. Mendorong setiap insan perusahaan untuk bertindak hati-hati dalam menghadapi risiko perusahaan, sebagai upaya untuk memaksimalkan nilai perusahaan
5. Membangun kemampuan mensosialisasi -kan pemahaman mengenai risiko dan pentingnya pengelolaan risiko

6. Meningkatkan kinerja perusahaan melalui penyediaan informasi tingkat risiko yang berguna bagi manajemen dalam pengembangan strategi dan perbaikan proses manajemen risiko secara terus menerus dan berkesinambungan

#### b) Analisis Risiko

Menurut Al Bahar dan Crandall (1990), analisis risiko didefinisikan sebagai sebuah proses yang menggabungkan ketidakpastian dalam bentuk kuantitatif, menggunakan teori probabilitas, untuk mengevaluasi dampak potensial suatu risiko. Langkah pertama untuk melakukan tahapan ini adalah pengumpulan data yang relevan terhadap risiko yang akan dianalisis. Data – data ini dapat diperoleh dari data historis perusahaan atau dari pengalaman proyek pada masa lalu. Jika data historis tersebut kurang memadai, dapat dilakukan teknik identifikasi risiko yang lain. Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, selanjutnya dilakukan proses evaluasi dampak dari sebuah risiko. Proses evaluasi dampak risiko dilakukan dengan mengkombinasikan antara probabilitas (sebagai bentuk kuantitatif dari faktor ketidakpastian/*uncertainty*) dan dampak atau konsekuensi dari terjadinya sebuah risiko.

#### c) House of Risk

Pujawan dan Geraldin (2009) mengembangkan model manajemen risiko rantai pasok menggunakan metode konsep *House of Quality* dan *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) untuk menyusun suatu *framework* dalam mengelola risiko rantai pasok yang dikenal dengan istilah pendekatan *House Of Risk* (HOR). Pendekatan *House Of Risk* (HOR) ini difokuskan pada tindakan pencegahan untuk mengurangi probabilitas terjadinya agen risiko. Pendekatan *House of Risk* (HOR) terbagi menjadi dua fase yaitu fase identifikasi risiko (fase 1) dan fase penanganan terhadap risiko (fase 2). *House of Risk* (HOR) fase 1 meliputi penilaian korelasi antara kejadian risiko dan agen risiko, dengan hasil akhir adalah nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP). Nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) sendiri didapat dari :

$$ARP = occurrence \times \sum (severity \times relationship) \quad (1)$$

dimana :

*Occurrence* = probabilitas kejadian risiko

*Severity* = dampak kejadian risiko

*Relationship* = nilai hubungan agen risiko dengan kejadian risiko

Setelah mengetahui ranking ARP dari masing kemudian dimasukkan dalam Diagram *Pareto*, menggunakan prinsip 80/20 untuk menghasilkan agen risiko terpilih. Selanjutnya yaitu identifikasi aksi mitigasi yang kemudian dipetakan pada model *House of Risk* (HOR) fase 2 bersamaan dengan agen risiko terpilih. Pada fase kedua ini dihitung nilai :

1. Total keefektifan strategi mitigasi

$$(TEk) = \sum ARP \times R \quad (2)$$

dimana :

ARP = *Aggregate Risk Potential*

R = *Relationship*

2. Derajat kesulitan melakukan strategi mitigasi (*effectiveness to difficulty ratio*)

$$(ETDk) = \frac{TEk}{Dk} \quad (3)$$

dimana

TEk = Total keefektifan aksi mitigasi

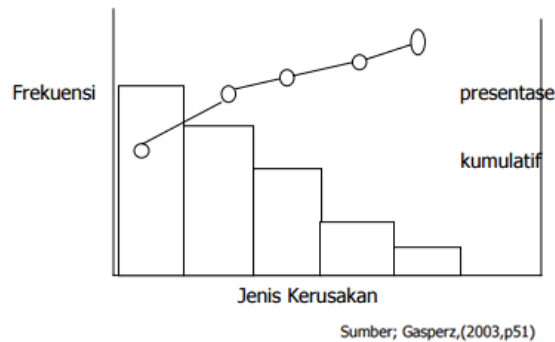
Dk = Derajat kesulitan melakukan aksi mitigasi

Sehingga didapatkan prioritas kepentingan strategi mitigasi mana yang harus segera dijalankan (Purwandono, 2007).

#### d) Diagram Pareto

Diagram *Pareto* memiliki peranan penting dalam proses perbaikan kualitas. Prinsip diagram *Pareto* adalah dengan aturan 80/20 yang diadaptasi oleh Joseph Juran, yaitu 80% dari masalah (ketidaksesuaian) disebabkan oleh penyebab (*cause*) sebesar 20%. Diagram *Pareto* membantu pihak manajemen mengidentifikasi area kritis (area yang paling banyak mengakibatkan masalah) yang membutuhkan perhatian lebih dengan cepat. Diagram *Pareto* adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan (Heizer, 2001).





Gambar 2 contoh diagram *pareto*

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a) Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan menilai tingkat *severity* (keparahan / dampak) kejadian risiko. Penilaian ini menggunakan skala yang terdiri dari 1 = dampak yang dapat diabaikan, 2 = berdampak ringan (terjadi kerugian <Rp 100.000), 3 = berdampak sedang (terjadi kerugian Rp 100.000 – 200.000), 4 = berdampak besar (terjadi kerugian Rp 200.000 – Rp 300.000), 5 = berdampak sangat besar (terjadi kerugian > Rp 300.000). Dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pemilik dan tangan kanan pemilik Rumah Brownies Maylisa didapatkan nilai *severity* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 penilaian kejadian risiko

Kode	Risiko	Nilai Severity
E1	Keterlambatan penerimaan bahan baku	4
E2	Kualitas bahan baku yang diterima tidak sesuai standar	5
E3	Harga bahan baku yang fluktuatif	4
E4	Kesalahan jumlah pesanan bahan baku	2
E5	Adanya gelembung saat proses akhir	3
E6	Hasil pemotongan tidak sempurna	3
E7	Hasil akhir brownies berubah	4
E8	Proses pengembangan brownies tidak sempurna	4
E9	Proses pengemasan tidak sempurna	3
E10	Jumlah brownies gagal melebihi batas	5
E11	Brownies rusak saat pendistribusian	4
E12	Kesalahan jumlah pendistribusian Brownies	3
E13	Daya angkut pendistribusian melebihi batas	2
E14	Banyaknya jumlah retur brownies dari cabang	5
E15	Jumlah penjualan menurun	5

Pengolahan data dilanjutkan dengan melakukan penilaian tingkat *occurrence* (probabilitas kemunculan) untuk agen risiko. Penilaian *occurrence* menggunakan skala yang terdiri dari 1 = sangat jarang terjadi, 2 = jarang terjadi, 3 = mungkin terjadi, 4 = sering terjadi, dan 5 = sangat sering terjadi. Dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pemilik dan tangan kanan pemilik Rumah Brownies Maylisa didapatkan nilai *occurrence* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 penilaian agen risiko

Kode	Agan Risiko	Nilai Occurrence
A1	Kendala transportasi yang tidak dapat dihindari saat pengiriman bahan baku	5
A2	Koordinasi dengan suplier yang kurang baik	4
A3	Kelangkaan bahan baku	4

Kode	Agen Risiko	Nilai <i>Occurrence</i>
A4	Kesalahan pemilihan supplier	3
A5	Ketergantungan pada supplier tunggal	3
A6	Kurangnya pelatihan pada karyawan	4
A7	Tidak meratanya pengetahuan dan keahlian yang dimiliki karyawan	4
A8	Karyawan kurang fokus dalam bekerja	3
A9	Kondisi lingkungan fisik kerja kurang mendukung	2
A10	Tidak adanya SOP tertulis mengenai pembuatan brownies	5
A11	Alat bantu produksi masih menggunakan cara lama	2
A12	Alat bantu produksi yang digunakan sudah tua	3
A13	<i>Maintenance</i> yang kurang baik pada alat bantu produksi	3
A14	Rendahnya pengawasan pemilik terhadap proses produksi	5
A15	Kerusakan alat bantu produksi diluar perkiraan	3
A16	Terganggunya pasokan listrik	4
A17	Pengabaian prosedur kerja oleh karyawan	4
A18	Komunikasi dengan cabang kurang baik	3
A19	Belum digunakannya metode <i>forecasting</i> yang pasti	3
A20	Belum adanya perencanaan jumlah produksi dan distribusi yang pasti	4
A21	Kelalaian dalam proses <i>quality control</i>	4
A22	Permintaan mendadak dari konsumen	3
A23	Kenaikan harga bahan bakar minyak	4
A24	Kualitas alat angkut pendistribusian	3
A25	Keterbatasan jumlah alat angkut yang dimiliki	2
A26	Sedikitnya jumlah tanggal merah (hari libur)	5
A27	Tidak semua orang menyukai brownies	4
A28	Brownies bukan merupakan makanan pokok	3
A29	Adanya pesaing lokal	3
A30	Pemasaran yang kurang gencar	4
A31	Belum adanya iklan untuk pemasaran	3
A32	Kegiatan pemasaran kebanyakan dari mulut ke mulut	4
A33	Keterbatasan dana	5
A34	Penjualan online hanya terbatas dalam Kota Semarang	4

Kemudian kejadian risiko dan agen risiko diplotkan dalam matriks *House of Risk* fase 1 untuk dinilai korelasinya. Nilai 9 (area berwarna merah) diberikan untuk kejadian risiko dan agen risiko yang memiliki korelasi kuat, nilai 3 (area berwarna kuning) untuk korelasi sedang, nilai 1 (area berwarna hijau) untuk tingkat korelasi lemah, dan nilai 0 (area kosongkosong) untuk yang tidak memiliki korelasi. Dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pemilik dan tangan kanan pemilik Rumah Brownies Maylisa didapatkan nilai *relationship* yang dimasukkan dalam matriks *House of Risk* pada **Gambar 3**.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	Severity	
E1	3	1	9	3	9																		1									1		4		
E2	1	1	3	9	9																3											3		5		
E3	1	1	9	1	9																												1		4	
E4		9		3																															2	
E5						3	3	9	1	3	1	1	1	3			9																1		3	
E6						9	3	3	1	3	3	3	3	1			3																3		3	
E7				9	3	3	3	3	1	3			1	3	3			3				3											1		4	
E8						3	3	3	1	3		3	1		1	1	9				1												3		4	
E9						3	1	1	1	1	9	3	3		1		3																3		3	
E10				3		3	3	3	1	9			3	3			3				1												3		5	
E11																					1				9	3							3		4	
E12																		9	3	3		1			1								1		3	
E13																			1	1		1	9	1	9								3		2	
E14																				3	3						9	3	3	1	3	3	1	3	1	5
E15																							1			9	9	3	1	3	3	3	3	1		5
E16															3	3		1	3	3		1			3								3		3	
E17																															3	3	1	9	9	2
Occurrence	5	4	4	3	4	4	4	3	2	5	2	3	3	5	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	2	5	4	3	3	4	3	4	5	4		
ARP	105	124	348	354	516	336	240	234	44	450	78	111	156	195	48	52	432	90	105	140	160	24	108	114	84	450	240	90	30	144	78	88	765	112		
Ranking	22	17	7	6	2	6	8	10	32	3	28	20	14	12	31	30	5	24	22	16	13	34	21	18	27	3	9	24	33	15	28	26	1	19		

Gambar 3 matriks house of risk fase

Seperti yang terlihat pada **Gambar 3** Matriks House of Risk fase 1, didapat agen risiko 33 (A33) memiliki korelasi terkuat dengan kejadian risiko yang memperoleh nilai Aggregate Risk Planning (ARP) tertinggi yaitu sebesar 765. Nilai ARP didapat dari :

$$ARP = occurrence \times \sum (severity \times relationship)$$

dimana :

Occurrence = Probabilitas kemunculan

Severity = Tingkat Keparahan

Relationship = Nilai korelasi agen risiko dengan kejadian risiko

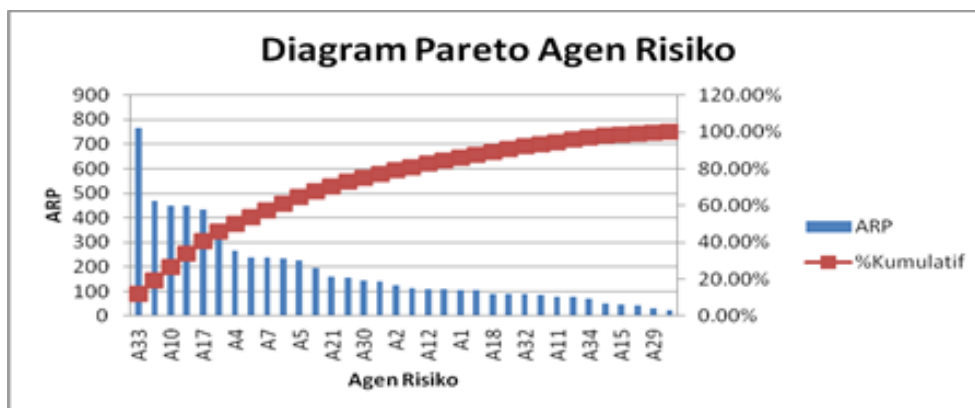
Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} ARP (A1) &= 5 \times (3 \times 4 + 1 \times 5 + 1 \times 4) \\ &= 105 \end{aligned}$$

## b) Analisis

Analisis yang dilakukan pada laporan kuliah kerja industri ini adalah dengan menggunakan diagram pareto untuk mengetahui agen risiko mana yang menyebabkan 80% terjadinya risiko di Rumah Brownies Maylisa. Kemudian agen – agen risiko tersebut ditentukan strategi mitigasinya dan masuk ke matriks House of Risk fase 2 untuk mengetahui strategi mitigasi mana yang perlu segera dilakukan oleh Rumah Brownies Maylisa, dan yang terakhir penjabaran dari masing – masing strategi mitigasi terpilih.

Dari **Gambar 4** dapat diketahui bahwa 20% agen risiko yang menyebabkan 80% terjadinya risiko pada Rumah Brownies Maylisa adalah A33 (Keterbatasan dana) sebesar 11.51%, A5 (Ketergantungan pada supplier tunggal) sebesar 19.28%, A10 (Tidak adanya SOP tertulis mengenai pembuatan brownies) sebesar 26.05%, dan A26 (Sedikitnya jumlah tanggal merah/hari libur) sebesar 32.82%. Untuk risiko A26 meskipun memiliki persen kumulatif lebih dari 20% namun tetap dimasukkan dalam penyebab utama karena ranking ARP A26 sama dengan ranking ARP A10 yaitu ranking 3 karena memiliki nilai ARP yang sama yaitu 450.



Gambar 4 diagram pareto

Analisis dilanjutkan dengan menentukan strategi mitigasi untuk keempat agen risiko yang menjadi penyebab utama terjadinya risiko – risiko pada Rumah Brownies Maylisa.

**Tabel 3 strategi mitigasi**

Kode	Agan Risiko	Kode	Strategi Mitigasi
A33	Keterbatasan dana	M1	Memperbaiki kegiatan manajemen
		M2	Melakukan kegiatan pembukuan dengan baik
		M3	Memanfaatkan kredit dari pemerintah
		M4	Melakukan pinjaman dana
A5	Ketergantungan pada suplier tunggal	M5	Menggunakan lebih dari 1 suplier
		M6	Melakukan evaluasi kinerja suplier
		M7	Pembuatan perjanjian tertulis terkait pengadaan bahan baku dengan suplier
		M8	Pemilihan bahan baku alternatif lainnya
A10	Tidak adanya SOP tertulis mengenai pembuatan brownies	M9	Perancangan SOP terkait proses produksi brownies
		M10	Pelatihan karyawan
		M11	Menumbuhkan rasa cinta dan kepedulian karyawan terhadap usaha
A26	Sedikitnya jumlah tanggal merah (hari libur)	M12	Pembuatan perencanaan jumlah produksi
		M13	Memberikan promo - promo menarik
		M14	Melakukan kegiatan promosi lebih gencar
		M15	Melakukan inovasi produk

Dari 15 strategi mitigasi yang ada, kemudian strategi – strategi itu diplotkan dalam matriks *House of Risk* fase 2 untuk didapatkan strategi mana yang sebaiknya dilaksanakan terlebih dahulu. Seperti pada matriks *House of Risk* fase 1, pada matriks *House of Risk* fase 2 ini juga diberikan nilai korelasi antara agen risiko dengan strategi mitigasi. Nilai 9 (area berwarna merah) diberikan untuk agen risiko dan strategi mitigasi yang memiliki korelasi kuat, nilai 3 (area berwarna kuning) untuk korelasi sedang, nilai 1 (area berwarna hijau) untuk tingkat korelasi lemah, dan nilai 0 (area kosongkosong) untuk yang tidak memiliki korelasi. Hasil penilaian korelasi antara agen risiko dengan strategi mitigasi dapat dilihat pada **Gambar 5**.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	ARP
A33	3	9	9	9					3							765
A5				3	9	9	9	3								516
A10									9	3	1					450
A26				1								3	9	9	9	450
Total effectiveness	2295	6885	6885	8883	4644	4644	4644	1548	6345	1350	450	1350	4050	4050	4050	
Difficulty	4	3	3	5	5	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	
Effectiveness	573.75	2295	2295	1776.6	928.8	1161	1548	387	2115	450	112.5	337.5	1350	1350	1012.5	
Ranking	11	1	1	4	10	8	5	13	3	12	15	14	6	6	9	

**Gambar 5 matriks house of risk fase 2**

Dari **Gambar 5** Matriks *House of Risk* fase 2 didapatkan ranking dari 15 strategi mitigasi yang ada. Kemudian masing – masing strategi mitigasi tersebut akan diaplikasikan urut sesuai dengan masing – masing rankingnya. Berikut ini adalah penjabaran dari masing – masing strategi mitigasi yang sebaiknya diterapkan oleh Rumah Brownies Maylisa.

- Melakukan kegiatan pembukuan dengan baik (M2)

Dari pembukuan yang baik, maka nantinya akan diketahui biaya – biaya yang dikeluarkan dan juga pemasukan yang didapat oleh Rumah Brownies Maylisa. Dengan pembukuan yang baik, Rumah Brownies Maylisa kemudian dapat mengevaluasi kembali biaya – biaya yang sebenarnya bisa diminimalkan pengeluarannya dan bisa memaksimalkan pendapatan yang ada.

- Memanfaatkan kredit dari pemerintah (M3)

Pemerintah telah memiliki 2 program kredit yang khusus untuk membantu kekurangan dana pada UKM yaitu KUR (Kredit Usaha Rakyat) dan LPDB (Lembaga Pengelola Dana Bergulir). Jika UKM nantinya tidak mampu mengembalikan dana pinjaman, dengan KUR dana pinjaman tersebut 70% dijamin oleh Jamkrindo dan sisanya dijamin oleh bank yang bersangkutan. Jika dengan LPDB maka peminjam yang tidak mampu mengembalikan dana akan ditindak pidana, namun LPDB ini memiliki bunga yang kecil yakni 2,25% per tahun.

- Perancangan SOP terkait proses produksi brownies (M9)

SOP ini dimaksudkan untuk dapat lebih menyamakan standar proses produksi brownies pada Rumah Brownies Maylisa agar tidak terjadi risiko yang diakibatkan karena ketidaktahuan karyawan mengenai standar proses produksi dan standar kualitas yang ditentukan Rumah Brownies Maylisa.

- Melakukan pinjaman dana (M4)  
Pinjaman dana yang dimaksudkan disini berbeda dengan pinjaman dana yang didapat dari kredit pemerintah. Pinjaman dana ini dilakukan pada bank – bank dengan fasilitas Kredit Tanpa Agunan (KTA), namun memang pinjaman dana ini memiliki bunga yang jauh lebih besar yaitu 10-13% per tahun. Pinjaman dana lainnya juga bisa didapat dari sponsor dari website atau biasa disebut dengan *crowdfunding*.. Selain mendapat pinjaman, tentunya secara tidak langsung produk Rumah Brownies Maylisa ini langsung tersebar di internet yang berarti dapat membantu juga dari sisi pemasaran.
- Pembuatan perjanjian tertulis terkait pengadaan bahan baku dengan supplier (M7)  
Perjanjian tertulis dengan supplier yang berisi ketentuan waktu, kuantitas, dan kualitas bahan baku yang akan diterima Rumah Brownies Maylisa. Sehingga jika suatu waktu terjadi keterlambatan penerimaan, jumlah yang tidak sesuai pesanan, maupun kualitas yang tidak sesuai perjanjian tersebut, pihak Rumah Brownies Maylisa dapat melakukan *complain* dengan supplier dan mungkin bisa dilakukan retur barang ataupun upaya pengiriman lainnya dari supplier yang bersangkutan.
- Memberikan promo – promo menarik (M13)  
Promo – promo menarik bisa berupa pembelian gratis setelah memenuhi syarat pembelian tertentu, atau bisa dengan potongan harga langsung setiap hari kerja dan jam kerja tertentu, atau bisa juga diberlakukan promo potongan harga bagi pengguna aplikasi online tertentu yang sedang trend saat ini.
- Melakukan kegiatan promosi lebih gencar (M14)  
Kegiatan promosi yang murah, mudah, cepat, dan sedang tren saat ini adalah melalui media sosial. Melalui media sosial ini Rumah Brownies Maylisa tidak hanya bisa melakukan promosi namun juga bisa memberikan fasilitas penjualan secara online.
- Melakukan evaluasi kinerja supplier (M6)  
Evaluasi kinerja supplier bisa dilakukan untuk memantau, menilai, dan menganalisis kinerja dari supplier. Ketika hasil dari evaluasi ternyata tidak sesuai dengan perjanjian yang telah dibuat sebelumnya, maka pihak Maylisa pun bisa melakukan *complaint* terhadap supplier, namun ketika *complaint* pun tidak diindahkan oleh supplier mungkin ada baiknya Rumah Brownies Maylisa menilik supplier lainnya yang bisa memberikan pelayanan lebih baik.
- Melakukan inovasi produk (M15)  
Inovasi bisa dilakukan dengan menambah variasi produk berupa brownies kering, brownies kering ini juga dapat mengurangi jumlah produk terbuang akibat tidak terjual. Inovasi lainnya bisa berupa penambahan kegiatan, bukan hanya menjual namun juga menerima pemesanan dan penghiasan kue untuk berbagai macam acara dan berbagai desain dengan bahan dasar brownies.
- Menggunakan lebih dari 1 supplier (M5)  
Sebaiknya strategi mitigasi ini dilakukan jika strategi lainnya gagal untuk memitigasi risiko, karena penggunaan supplier lebih dari 1 mampu mempengaruhi cita rasa khas dari brownies Maylisa.
- Memperbaiki kegiatan manajemen (M1)  
Kegiatan manajemen yang baik akan lebih mensehatkan jalannya suatu usaha. Membuat hubungan antar karyawan, karyawan dengan pemilik, dan Rumah Brownies dengan konsumen lebih baik lagi. Jika ketiga hubungan tersebut baik maka risiko yang dihadapi akan lebih mudah untuk diatasi.
- Pelatihan karyawan (M10)  
Pelatihan karyawan perlu dilakukan kepada seluruh karyawan. Kegiatan ini dapat menyelaraskan jalannya proses bisnis dan dapat menyamakan kemampuan yang dimiliki karyawan Rumah Brownies Maylisa.
- Pemilihan bahan baku alternatif lainnya (M8)  
Pemilihan bahan baku alternatif lainnya ini harus dilakukan dengan hati – hati, karena jika tidak dapat menghilangkan cita rasa khas brownies Maylisa. Salah satu bahan baku yang dapat diganti adalah gula jawa untuk menggantikan gula pasir, gula jawa ini selain dapat menggantikan gula pasir juga dapat menambah varian rasa dari brownies Maylisa.
- Pembuatan perencanaan jumlah produksi (M12)  
Perencanaan jumlah produksi sangat dibutuhkan oleh Rumah Brownies Maylisa, karena dapat mengurangi jumlah produk yang terbuang karena tidak laku terjual.
- Menumbuhkan rasa cinta dan kepedulian karyawan terhadap usaha (M11)  
Kepedulian dan rasa cinta karyawan terhadap usaha secara tidak langsung akan menciptakan lingkungan usaha yang sehat, nyaman, dan produktif. Secara tidak langsung pun karyawan akan menganggap usaha tersebut seperti miliknya sendiri, sehingga tidak akan timbul niat buruk terhadap usaha tersebut, justru akan memunculkan ide – ide yang mampu membuat Rumah Brownies Maylisa lebih maju lagi.

## 5. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan tangan kanan pemilik Rumah Brownies dan dengan pemilik Rumah Brownies Maylisa, teridentifikasi terdapat 17 risiko. Risiko – risiko tersebut dikelompokkan berdasar aktivitas pengadaan bahan baku yang memiliki 4 risiko, proses produksi memiliki 6 risiko, distribusi dan penjualan memiliki 6 risiko, serta pemasaran memiliki 1 risiko. 17 risiko tersebut teridentifikasi disebabkan oleh 34 agen risiko.

Berdasarkan ke 17 risiko tersebut kemudian dilakukan penilaian tingkat *seveity*, begitu juga dengan 34 agen risiko dinilai tingkat *occurrence*-nya. Kemudian risiko dan agen risiko diplotkan dalam matriks *House of Risk* fase 1 untuk diketahui nilai ranking *Aggregate Risk Planning* (ARP). Didapat hasil bahwa risiko keterbatasan dana (A33) memiliki nilai ARP tertinggi yaitu sebesar 765, kemudian ranking dibawahnya adalah risiko ketergantungan pada supplier tunggal (A5) memiliki nilai ARP sebesar 516 dan pada tingkat terakhir adalah risiko permintaan mendadak dari konsumen (A22) dengan nilai ARP sebesar 24. Setelah mengetahui ranking nilai ARP, selanjutnya dimasukkan ke dalam diagram *pareto* untuk mengetahui 20% agen risiko yang menjadi penyebab utama dari terjadinya 80% risiko – risiko pada Rumah Brownies Maylisa. Setelah diplotkan dalam diagram *pareto*, didapatkan bahwa risiko keterbatasan dana (A33) dengan presentase 11.51%, risiko ketergantungan pada supplier tunggal (A5) 19.28%, risiko tidak adanya SOP terkait proses produksi (A10) 26.05% menjadi penyebab utama terjadinya risiko – risiko pada Rumah Brownies Maylisa.

Kemudian penyebab utama terjadinya risiko tersebut ditentukan strategi untuk memitigasi risiko yang terjadi. Namun, pada penentuan strategi mitigasi dalam laporan kerja kuliah industri ini dimasukkan 1 agen risiko yang walaupun memiliki presentase dalam diagram *pareto* jauh melebihi 20% penyebab utama namun agen risiko ini memiliki nilai ARP yang sama dengan agen risiko di atasnya, yaitu risiko jumlah tanggal merah (hari libur) yang sedikit (A26). Didapatkan 15 strategi yang mampu memitigasi penyebab utama terjadinya risiko. Kemudian 15 strategi tersebut diplotkan dalam matriks *House of Risk* fase 2 yang dihasilkan bahwa strategi melakukan kegiatan pembukuan yang baik (M2) dan memanfaatkan kredit dari pemerintah (M3) sama – sama menduduki peringkat pertama, yang artinya kedua strategi mitigasi ini sebaiknya dilakukan secepatnya oleh Rumah Brownies Maylisa.

Pemilihan agen risiko untuk diberikan strategi mitigasi pada penelitian ini hanya terbatas pada 20% agen risiko yang menjadi penyebab utama terjadinya risiko pada Rumah Brownies Maylisa. Penilaian risiko pada penelitian ini hanya meliputi 4 aktivitas (pengadaan bahan baku, proses produksi, proses distribusi, dan penjualan). Untuk penelitian selanjutnya, akan lebih baik jika strategi mitigasi diberikan menyeluruh pada tiap risiko yang terjadi, sehingga manajemen risiko yang diterapkan akan lebih reaktif.

## PUSTAKA

- AS NZS 4360. (2004). *Risk Management Guidelines*. 3<sup>rd</sup> Edition The Australian and New Zealand Standard on Risk, Page 52 – 55.
- Al-Bahar, J. F dan Crandall. K. C. (1990). Systematic Risk Management Approach for Construction Design Management. *International Journal of Project Management*, Vol. 3 No. 116, Page 533 – 546.
- Heizer, Jay dan Barry Render. (2001). *Operation Management*. 6<sup>th</sup> edition. New Jersey : Prentice Hall.
- PTPN XII. (2014). [Htmfile] (<http://www.gcg.ptpn12.com/index.php/manajemen-risiko-2/tujuan-dan-sasaran-manajemen-risiko/98-manajemen-risiko>, diakses tanggal 2 November 2016).
- Pujawan, I. N dan Laudine H. Geraldin. (2009). House Of Risk: a Model for Proactive Supply Chain Risk Management. *Journal of Business Process Management*, Vol. 15 No. 6, Page 953–967.
- Purwandono, D. K. (2007). Aplikasi Model *House of Risk* untuk Mitigasi Risiko. Jakarta: Grasindo.
- Situmorang, J. (2008). Strategi UMKM Dalam Menghadapi Iklim Usaha yang Tidak Kondusif. *Infokop*, Vol. 16, Page 88–101.
- Winarni, E.S. (2006). Strategi Pengembangan Usaha Kecil Melalui Peningkatan Aksesibilitas Kredit Perbankan. *Infokop*, Vol. 29 Page 40–44.

## PENGENDALIAN PERSEDIAAN RAW MATERIAL METAL DENGAN METODE EOQ STUDI KASUS PT DIRGANTARA INDONESIA

<sup>1</sup>Agit Fathan Huseina, <sup>2</sup>Singgih Saptadi

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: [Agitfh@gmail.com](mailto:Agitfh@gmail.com)

### ABSTRAK

Kesuksesan dalam berbisnis sangat tergantung dari bagaimana perusahaan mampu untuk menyediakan apa yang dibutuhkan oleh konsumen dengan jumlah dan waktu yang tepat. Hal yang mendasar dari sebuah produksi adalah bagaimana menyediakan bahan baku produksi sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan dan waktu yang tepat agar tidak terjadi biaya persediaan yang tinggi. Saat ini PT Dirgantara Indonesia memproduksi Emergency Door dengan total demand setiap tahunnya sebanyak 20 buah. Emergency Door tersebut akan dikirimkan ke CASA Spanyol dan beberapa di Assembly dengan pesawat CN-235 dan NC-212. Pengendalian persediaan raw material metal untuk emergency door pada PT Dirgantara Indonesia direncanakan dengan menggunakan metode Economic Order Quantity (EOQ) dengan tujuan untuk meminimalkan total biaya persediaan dalam 1 periode produksi (1 tahun). Untuk mengetahui titik dilakukan pemesanan kembali digunakan perhitungan Reorder Point (ROP) dan untuk mengetahui kuantitas minimal persediaan agar tidak terjadi stock out digunakan perhitungan Safety Stock. Data yang digunakan yaitu data yang berasal dari data produksi Emergency Door pada tahun 2016. Terdapat 7 data raw material metal dengan kondisi yang berbeda-beda pada tiap 1 periode produksinya. Hasilnya terdapat perbedaan antara total biaya persediaan perusahaan tahun 2016 dengan total biaya persediaan setelah menggunakan metode EOQ

**Kata Kunci:**EOQ; Total Biaya Persediaan; ROP; Safety Stock; Emergency Door; Raw Material Metal

### 1. PENDAHULUAN

*Emergency door* adalah salah satu komponen aerosturuktur hasil produksi PT Dirgantara Indonesia yang memiliki permintaan produksi komponen paling tinggi. Dalam proses produksinya PT DI memiliki target yang ditentukan jumlahnya oleh perusahaan CASA. Tingginya permintaan komponen ini memerlukan proses produksi yang baik dan tepat waktu. Proses produksi dapat berjalan dengan baik jika seluruh kebutuhan material produksi tersedia dalam kondisi baik dan siap untuk digunakan. Material yang digunakan untuk memproduksi emergency door terdiri dari beberapa komoditi yaitu *Raw material metal*, *Raw material Non-Metal*, *Standart Part*, *Forging* dan *AH Part Number*. Material yang memiliki peran penting dalam proses produksi *emergency door* adalah *raw material metal*.

*Raw material metal* merupakan bahan baku dasar dalam proses produksi *emergency door*. Apabila material ini tidak tersedia maka proses produksi tidak dapat berjalan dan mengganggu target dari produksi yang sudah ditentukan. Selain itu apabila bahan baku memiliki jumlah yang lebih banyak dari jumlah yang dibutuhkan akan mengakibatkan meningkatnya biaya simpan. Sisa bahan baku dari hasil produksi tersebut akan menjadi *waste* yang tidak dapat digunakan kembali. Sehingga perencanaan persediaan bahan baku *raw material metal* harus sesuai agar bahan baku siap digunakan dengan jumlah tepat pada waktu yang tepat.

Permasalahan persediaan bahan baku tersebut harus diperhitungkan dengan tepat, oleh karena itu perusahaan harus mampu merencanakan persediaan bahan baku dengan jumlah dan waktu yang tepat. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan menggunakan perencanaan produksi, perencanaan produksi diharapkan mampu memperkirakan kebutuhan bahan baku dengan tepat. Agar kondisi *stock out* dan *over stock* dapat terhindari.

Pada perencanaan produksi tools yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) dengan metode tersebut akan diketahui berapa jumlah pemesanan yang ekonomis agar tidak terjadi kondisi *stock out* atau *overstock*. Selain itu dihitung pula *reorder point* dan *safety stock*-nya. Perencanaan persediaan yang tepat, dapat meminimasi total biaya persediaan dan menghilangkan *waste*.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### Inventory

Inventori adalah suatu sumber daya menganggur (*idle resources*) yang keberadaanya menunggu proses lebih lanjut (Bahagia, 2006). Proses lebih lanjut yang dimaksud dapat berupa kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi atau kegiatan konsumsi pada sistem rumah tangga, perkantoran dan lainnya. Keberadaan inventori dapat dipandang sebagai pemborosan (*waste*) dan menambah

ongkos (Moden,1993 dalam Bahagia, 2006). Oleh karena itu, keberadaan inventori dalam suatu usaha perlu diatur sehingga kelancaran pemenuhan kebutuhan pemakai terjamin namun dengan ongkos yang sekecil mungkin.

Pada kegiatan pemesanan makan keberadaan gudang sangat berpengaruh sebagai lokasi penyimpanan baku sebelum proses produksi maupun penyimpanan sisa bahan baku.. Keberadaan gudang membutuhkan informasi berkaitan dengan luasan bangunan maupun cara dan jenis produk yang akan disimpan.

### **Fungsi Persediaan**

Bunchan dan Koenigsberg (1977) dalam Bahagia (2006) mengidentifikasi 3 jenis motif yaitu motif transaksi, motif berjaga- jaga dan motif berspekulasi.

1. Motif transaksi merupakan motif untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan barang. Besarnya inventori minimal untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan disebut operating stock. Besarnya operating stock ini minimal sebesar kebutuhan barang selama waktu ancap – ancap.
2. Motif berjaga – jaga merupakan motif untuk meredam ketidakpastian baik yang berasal dari pemakai (user) maupun pemasok (supplier). Besarnya inventori untuk meredam ketidakpastian disebut cadangan pengamanan (safety stock) atau cadangan peyangga (buffer stock).
3. Motif berspekulasi merupakan motif untuk mendapatkan keuntungan yang berlipat ganda di kemudian hari yang berasal dari kenaikan harga barang di masa mendatang.

### **Biaya Persediaan**

Menurut Heizer dan Render (2014) biaya persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Komponen dari biaya persediaan adalah sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan (Ordering cost)

Biaya pemesanan (Ordering Cost) adalah biaya-biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan pemesanan barang atau bahan yang dilakukan oleh perusahaan.

2. Biaya yang terjadi dari adanya persediaan atau biaya penyimpanan (Carrying Cost)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan atau penyimpanan bahan

3. Biaya kekurangan persediaan (Out of stock cost)

Biaya kekurangan persediaan adalah biaya yang timbul sebagai akibat terjadinya persediaan yang lebih kecil dari jumlah yang dibutuhkan.

4. Biaya yang berhubungan dengan kapasitas (Capacity associated cost)

Biaya yang berhubungan dengan kapasitas adalah biaya-biaya yang terjadi karena adanya penambahan dan pengurangan kapasitas atau jika terlalu banyak atau sedikit kapasitas yang digunakan pada suatu waktu tertentu. Biaya-biaya ini terdiri dari biaya lembur, biaya latihan, biaya pemberhentian kerja dan biaya pengangguran.

### **Leadtime**

Pengertian lead time menurut Fien Zulfikarijah (2005:96) adalah merupakan waktu yang dibutuhkan antara pemesanan dengan barang sampai diperusahaan, sehingga lead time berhubungan dengan reorder point dan saat penerimaan barang.

Lead time muncul karena setiap pesanan membutuhkan waktu dan tidak semua pesanan bisa dipenuhi seketika, sehingga selalu ada Jeda waktu. Lead time sangat berguna bagi perusahaan yaitu pada saat persediaan mencapai nol, pesanan akan segera tiba diperusahaan. Dalam EOQ (*Economic Order Quantity*), lead time diasumsikan konstan artinya dari waktu ke waktu selalu tetap misal lead time 5 hari, maka akan berulang dalam setiap periode. Akan tetapi dalam praktiknya lead time banyak berubah-ubah, untuk mengantisipasinya perusahaan sering menyediakan safety stock.

### **Economic Order Quantity**

*Economic Order Quantity* merupakan teknik memasukkan parameter biaya dan teknik untuk menentukan trade off antara biaya pesan, set up dan ongkos simpan. Tujuan Model ini adalah untuk menentukan jumlah ekonomis setiap kali pemesanan sehingga diperoleh biaya total persediaan yang minimum (Arman Hakim, 2008)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2.S.D}{H}} \quad (1)$$

### **Safety Stock**

Menurut Freddy Rangkuty (2004) *safety stock* adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan(*Stock Out*).

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT} \quad (2)$$

### **Reorder Point**

Menurut Hansen dan Mowen (2005), menghitung titik pemesanan kembali bahan baku dapat dilakukan dengan mengalikan tingkat rata-rata penggunaan bahan baku dengan tenggang waktu (lead time) ditambah dengan persediaan pengamanan (*Safety Stock*)



$$ROP = (d \times L) + SS \quad (3)$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### Waktu dan Tempat Penelitian

##### Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai tanggal 02 Januari 2017 dan berakhir pada tanggal 03 Februari 2017. Jam kerja yang ditentukan yakni Senin – Kamis dengan jam istirahat 11:30 – 12:30 WIB.

##### Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Dirgantara Indonesia pada Departemen Perencanaan *Raw material metal* khusus untuk produksi *emergency door*.

##### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan mewawancarai *supervisor* dan staff pengadaan *raw material metal*, staff gudang komoditi *raw material metal* dan *supervisor procurement emergency door*. Data sekunder adalah data yang didapatkan berdasarkan data yang ada di perusahaan, yang meliputi kebutuhan material metal untuk produksi tahun 2016, jumlah pemesanan material untuk produksi tahun 2016, biaya simpan dan pemesanan material dan *lead time* pengiriman material. Pengumpulan data terbagi menjadi 2 kondisi. Yaitu material yang diberlakukan aturan MOQ dalam pemesanan dan material yang tidak ada aturan dalam pemesanan, material tersebut diantaranya :

1. Copper rod
2. Steel rod
3. Aluminium Plate tebal 63 mm
4. Steel Wire
5. Aluminium Plate tebal 30 mm

Dan material yang memiliki aturan dalam pemesanan diantaranya :

1. Aluminium Plate tebal 20 mm
2. Aluminium profile

##### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan merancang kembali persediaan *raw material metal* dengan menggunakan rumus perhitungan yang ada pada metode EOQ. Pengolahan data akan menghasilkan perbandingan total biaya persediaan antara konsep pemesanan perusahaan dengan metode EOQ. Lalu dilakukan analisa dengan melihat metode mana yang menghasilkan total biaya persediaan selama 1 tahun yang lebih murah

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pengumpulan data 7 material tahun 2016

Berikut merupakan data penggunaan, plan usage per produksi, actual usage per produksi dan leadtime material saat pengiriman pada tahun 2016 untuk 20 produksi *emergency door*.

**Tabel 1 Pengumpulan Data 7 Material**

Nama Material	LN9468-C-8270-TM6-DIA80X2000MM	LN668-F-0225-T110-DIA16X3660MM	LN9073-L-3140-T351-63x1220x3660MM
Jenis material	Copper rod	Steel rod	Alumunium Plate tebal 63 mm
Fungsi	Bushing	Bolt	Guide Rail
Leadtime (bulan)	2	6	4
Plan Usage per produksi (cm <sup>3</sup> )	552.6	28.13	92,232
Tanggal	actual usage cm <sup>3</sup>		
2-Jan-16	552.6	28.13	92,245
4-Jan-16	600	28.13	93,000
29-Jan-16	558	28.13	92,250
30-Jan-16	553	32	92,250
8-Feb-16	553	29	92,250
20-Feb-16	553.8	29	92,250
29-Feb-16	553	30	92,250
9-Mar-16	620	29	92,245
29-Mar-16	553	31	92,250
30-Mar-16	553	31	93,000
8-Apr-16	553	32	92,250
10-Apr-16	553	31.13	92,250
14-Apr-16	554	30.2	92,250
5-May-16	553	30	92,250
30-May-16	554	32	92,250
23-Jun-16	554	31	93,000
18-Jul-16	556	29	92,245
21-Jul-16	553	30.5	92,245
25-Jul-16	553	32	93,000
12-Sep-16	553	31	93,000
<b>Standar Deviasi</b>	559.272	30.21166	92.437

**Tabel 2 Pengumpulan Data 7 Material**

Nama Material	LN2076-F-3507-H38-DIA1.6x7000mm	2024-T351-QQ-A-250/4-30x1220x3660mm	LN9073-L-3140-T351-20X1220X3660MM	LN9497-480-L-3140-T3511X3660MM
Jenis material	Steel wire	Alumunium plate tebal 30 mm	Alumunium plate tebal 20 mm	Alumunium profile
Fungsi	Spring	Guide	Shape	Bushing
Leadtime (bulan)	4	6	6	6
Plan Usage per produksi (cm <sup>3</sup> )	2.612	942	123.6	0.09
Tanggal	Actual usage cm <sup>3</sup>			
2-Jan-16	2.8	945	124	0.5
4-Jan-16	3	950	123.6	0.2
29-Jan-16	3	950	125	0.2
30-Jan-16	2.9	945	124	1
8-Feb-16	2.9	945	126	1
20-Feb-16	2.9	960	124	1
29-Feb-16	2.9	950	124	0.5
9-Mar-16	3	950	124	1

**Tabel 2 Pengumpulan Data 7 Material (Lanjutan)**

29-Mar-16	3	950	125	0.95
-----------	---	-----	-----	------

30-Mar-16	3	950	125	1
8-Apr-16	2.8	950	124	1
10-Apr-16	2.9	950	124	0.98
14-Apr-16	2.9	950	124.5	0.95
5-May-16	2.9	950	125	0.5
30-May-16	2.9	950	124	0.5
23-Jun-16	2.9	950	126	0.5
18-Jul-16	3	955	124	0.2
21-Jul-16	3	955	125.5	0.4
25-Jul-16	3	950	124	0.3
12-Sep-16	3	950	124.5	0.2
<b>Standar Deviasi</b>	2.935	950.25	124.502	0.644

Berikut ini adalah pengumpulan data frekuensi pemesanan, jumlah pemesanan, jumlah permintaan dan total biaya pengiriman ke tujuh material :

**Tabel 3 Pengumpulan Data Kuantitas Material**

No	Nama item	Kuantitas	Jumlah pemesanan	Kuantitas pemesanan	Aktual kuantitas 1 tahun	Keterangan
		Cm3	buah	Cm3	Cm3	Over stock/stock out
1	Copper rod	10,048	3	30,144	11,052.8	Over stock
2	Steel rod	735.514	5	3677.568	562.688	Over stock
3	Alumunium plate tebal 63 mm	281,307.6	4	1,125,230.4	1,844,640	Stock Out
4	Steel wire	14.067	4	56.269	52.249	Over stock
5	Alumunium plate tebal 30 mm	133,956	3	401,868	18,840	Over stock
6	Alumunium plate tebal 20 mm	89,304	30	2,679,120	2,471	Over stock (MOQ)
7	Alumunium profile	137.603	20	2,752.069	1.8	Over stock (MOQ)

**Tabel 4 Pengumpulan Data Biaya Material**

No	Nama item	Biaya Pembelian (USD)	Biaya Pemesanan	Biaya Pengiriman	Rata – rata persediaan
		1 cm3	1	1	Cm3
1	Copper rod	0.199044586	\$ 82.00	\$ 1,000.00	15,072
2	Steel rod	0.679797083	\$ 50.00	\$ 400.00	1,838.784
3	Alumunium plate tebal 63 mm	0.016885431	\$ 72.00	\$ 550.00	562,615.2
4	Steel wire	0.001399713	\$ 50.00	\$ 200.00	28.1344
5	Alumunium Plate tebal 30 mm	0.00746514	\$ 100.00	\$ 700.00	200,934
6	Alumunium plate tebal 20 mm	0.020155872	\$ 91.00	\$ 1,500.00	1339560
7	Alumunium profile	1.09008871	\$ 60.00	\$ 200.00	1376.0348

### Perhitungan Nilai EOQ

Berikut ini adalah data-data yang digunakan untuk menghitung biaya biaya persediaan

#### 1. Biaya pesan

Biaya pesan yaitu biaya yang muncul akibat dari terjadinya 1x pemesanan untuk material dari mulai pesan hingga material tersebut datang di gudang. Sebagai contoh biaya administrasi dan pengiriman. Dari kedua biaya tersebut apabila dijumlahkan menjadi total biaya pemesanan. Setiap material memiliki biaya pesan yang berbeda

## 2. Biaya simpan

Biaya simpan yaitu biaya yang terjadi akibat terdapatnya penyimpanan. Dalam analisis ini, biaya simpan diperhitungkan untuk untuk satuan per 1 cm<sup>3</sup>. Biaya simpan terdiri dari :

- Biaya inspeksi, yaitu biaya yang muncul ketika material tiba digudang dan dilakukan pengecekan kesesuaian spesifikasi
- Biaya pemeliharaan material, yaitu biaya yang timbul akibat perpindahan material.
- Biaya perawatan gudang, yaitu biaya yang timbul ketika terjadi perawatan gudang. Sebagai contoh biaya untuk listrik gudang dan biaya forklift.
- Biaya modal, yaitu biaya yang muncul akibat terdapatnya penumpukan material. Dengan asumsi jika material tersebut berbentuk modal, maka berapakah kerugian biaya yang diterima oleh perusahaan. Asumsi dengan bunga 10%

Hasil perhitungan EOQ pada masing – masing material dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 5 Hasil Perhitungan EOQ**

No	Nama item	EOQ
		Cm <sup>3</sup>
1	Copper rod	7,720.480
2	Steel rod	398.190
3	Alumunium Plate tebal 63 mm	439,035.017
4	Steel wire	11.308
5	Alumunium Plate tebal 30 mm	32,046.06
6	Alumunium plate tebal 20 mm	35,309.421
7	Alumunium profile	14.777

## Perhitungan Nilai Safety Stock

Untuk menghitung safety stock, digunakan service level sebesar 99% dan Z-nya adalah 2,326. Digunakan service level 99% karena diharapkan pada saat akan memulai produksi bahan baku sudah siap. Hasil perhitungan Safety Stock pada masing – masing material dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Nilai Safety Stock**

No	Nama item	standard deviasi	Leadtime (bulan)	Ss
				Cm <sup>3</sup>
1	Copper rod	17.6948	2	58.215
2	Steel rod	1.359417	6	7.746
3	Alumunium Plate tebal 63 mm	333.7944	4	1,553.044
4	Steel wire	0.067082	4	0.312
5	Alumunium Plate tebal 30 mm	3.43166	6	19.555
6	Alumunium plate tebal 20 mm	0.721926	6	4.114
7	Alumunium profile	0.334875	6	1.908

### Perhitungan Reorder Point

Hasil perhitungan *Reorder Point* pada masing masing material dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 7 Hasil Perhitungan ROP**

No	Nama item	ROP
		Cm <sup>3</sup>
1	Copper rod	1,176.759
2	Steel rod	189.016
3	Alumunium Plate tebal 63 mm	371,299
4	Steel wire	12.052
5	Alumunium Plate tebal 30 mm	5,721.055
6	Alumunium plate 20 mm	751.129
7	Alumunium profile	5.772

### Perhitungan Total Biaya Persediaan Perusahaan

Perhitungan total biaya persediaan tahun 2016 yang telah dikeluarkan oleh perusahaan untuk manajemen persediaan ke 7 material menggunakan data-data variabel yang telah dilakukan perusahaan (history) tahun 2016. Berikut merupakan perhitungan total biaya persediaan masing – masing material dalam satu tahun (2016) :

- $TC = TBP + TBS$   
 $TC$  = total biaya persediaan  
 $TBP$  = total biaya pemesanan  
 $TBS$  = total biaya simpan
- $TBP = f \times (bps + bpg)$   
 $f$  = frekuensi pemesanan dalam 1 tahun  
 $bps$  = biaya pemesanan 1x pemesanan  
 $bpg$  = biaya pengiriman 1x pengiriman
- $TBS = ((q \times (bi + bpm + bprg)) + (10\% \times bpl))$   
 $q$  = rata – rata persediaan  
 $bi$  = biaya inspeksi  
 $bpm$  = biaya pemeliharaan material  
 $bprg$  = biaya pemeliharaan gudang  
 $bpl$  = harga material per cm<sup>3</sup>

Hasil perhitungan total biaya persediaan tahun 2016 dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 8 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Tahun 2016**

Nama item	Total biaya persediaan
	tahun 2016
Copper rod	\$ 7,130.00
Steel rod	\$ 6,323.00
Alumunium Plate tebal 63 mm	\$ 7,320.00
Steel wire	\$ 5,998.00
Alumunium Plate tebal 30 mm	\$ 6,698.00
Alumunium plate tebal 20 mm	\$ 9,243.50
Alumunium profile	\$ 6,028.00

### Perhitungan Total Biaya Persediaan Metode EOQ

Hasil perhitungan total biaya persediaan tahun 2016 dengan menerapkan metode EOQ dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 9 Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Metode EOQ**

No	Nama item	Total biaya persediaan tahun 2016
1	Copper rod	\$ 3,713.01
2	Steel rod	\$ 1,535.90
3	Alumunium Plate tebal 63 mm	\$ 5,101.38
4	Steel wire	\$ 2,155.14
5	Alumunium Plate tebal 30 mm	\$ 1,270.32
6	Alumunium plate 20 mm	\$ 906.84
7	Alumunium profile	\$ 161.67

### Total Biaya Persediaan Setelah Dibulatkan

Hasil perhitungan total biaya persediaan tahun 2016 setelah dibulatkan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 10 Hasil Perhitungan Total Biaya Dibulatkan**

No	Jenis item	Pembulatan	Biaya persediaan
		Buah	Dibulatkan
1	Copper rod	1	\$4,180.00
2	Steel rod	1	\$2,074.60
3	Alumunium Plate tebal 63	2	\$5,837.00
4	Steel wire	1	\$2,687.00
5	Alumunium Plate tebal 30	1	\$2,766.00
6	Alumunium plate tebal 20	MOQ	MOQ
7	Alumunium profile	MOQ	MOQ

**Perbandingan Total Biaya Persediaan Perusahaan**

**Tabel 11 Perbandingan Total Biaya Persediaan**

No	Jenis item	Biaya persediaan	Biaya persediaan	Selisih	Total biaya persediaan tahun 2016	Total biaya persediaan 2016	Selisih
		Dibulatkan	Tahun 2016		metode EOQ	Perusahaan	
1	Copper rod	\$4,180.00	\$7,130.00	\$2,950.00	\$3,713.01	\$7,130.00	\$3,416.99
2	Steel rod	\$2,074.60	\$6,323.00	\$4,248.40	\$1,535.90	\$6,323.00	\$4,787.10
3	Alumunium Plate tebal 63	\$5,837.00	\$7,320.00	\$1,483.00	\$5,101.38	\$7,320.00	\$2,218.62
4	Steel wire	\$2,687.00	\$5,998.00	\$3,311.00	\$2,155.14	\$5,998.00	\$3,842.86
5	Alumunium Plate tebal 30	\$2,766.00	\$6,698.00	\$3,932.00	\$1,270.32	\$6,698.00	\$5,427.68
6	Alumunium plate tebal 20	MOQ	MOQ	MOQ	\$906.84	\$9,243.50	\$8,336.66
7	Alumunium profile	MOQ	MOQ	MOQ	\$161.67	\$6,028.00	\$5,866.33
total selisih				\$15,924.40	total selisih		\$19,693.25

Tabel 7 tersebut menjelaskan perbedaan total biaya persediaan antara metode perusahaan dan metode EOQ. Dari perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa biaya total persediaan yang harus dikeluarkan perusahaan dengan menggunakan metode EOQ lebih rendah bila dibandingkan dengan biaya total persediaan yang harus dikeluarkan dengan menggunakan metode yang diterapkan perusahaan. Hal ini dapat terjadi karena pada perusahaan, beberapa material pemesanan dilakukan 1 kali dalam 1 periode produksi dengan jumlah kuantitas melebihi kuantitas yang dibutuhkan dan mengakibatkan biaya simpan yang tinggi. Apabila terdapat sisa material dari periode produksi sebelumnya, material tersebut tidak dapat digunakan kembali yang mengakibatkan perusahaan harus melakukan pemesanan kembali untuk periode produksi berikutnya. Dengan menggunakan metode EOQ pemesanan dilakukan dengan kuantitas pemesanan yang ekonomis yaitu dengan mempertimbangkan biaya simpan dan biaya pemesanan. Dari perhitungan dapat diketahui bahwa pada metode EOQ biaya pemesanan lebih tinggi bila dibandingkan dengan biaya pemesanan metode perusahaan tetapi pada biaya simpan, metode EOQ dapat mereduksi biaya persediaan dengan baik. Dapat dikatakan bahwa sistem pengendalian persediaan untuk material *Copper rod*, *Steel rod*, *Alumunium Plate tebal 63*, *Steel wire* dan *Alumunium Plate tebal 30* belum optimal, karena dapat dilakukan optimalisasi dengan mereduksi kuantitas pemesanan agar lebih ekonomis dan mengurangi biaya simpan.

Pada material *Alumunium Plate tebal 20* dan *Alumunium profile* dikatakan sudah optimal. Pemesanan dengan menggunakan metode perusahaan dilakukan 1 kali untuk memenuhi 2 periode produksi. Metode EOQ tidak dapat diaplikasikan pada material tersebut karena vendor dari 2 material tersebut memberlakukan MOQ. Pemesanan minimal 30 buah untuk setiap material, optimalisasi yang dapat dilakukan adalah pemilihan kembali vendor yang tidak memberlakukan MOQ atau material yang digunakan lebih dari 2 periode produksi.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis persediaan dapat disimpulkan bahwa perusahaan perlu melakukan perhitungan penentuan stock yang optimal, titik pemesanan kembali, jumlah pemesanan yang ekonomis dan frekuensi pemesanan yang sesuai agar persediaan dapat terjaga. Pemesanan *raw material metal* dapat dilakukan dengan metode EOQ atau pembulatan. Akan tetapi untuk material aluminium plate tebal 20 mm dan aluminium profile metode EOQ tidak dapat diberlakukan karena dalam proses pembelian terdapat aturan MOQ. Solusi yang dapat diterapkan untuk material tersebut adalah mencari kembali vendor yang tidak memberlakukan aturan MOQ atau menggunakan material untuk 10 periode produksi berikutnya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan persediaan pada management persediaan material adalah persediaan material, pemakaian material, biaya pemesanan, biaya simpan dan perhitungan total biaya persediaan. Selisih total biaya persediaan apabila menggunakan metode EOQ adalah sebesar \$ 19,693.33. Penentuan persediaan material dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dapat dikatakan lebih efektif dan efisien apabila dibandingkan dengan metode yang dilakukan oleh perusahaan.

## PUSTAKA

- Bahagia, Senator Nur. 2006. *Sistem Inventory*. Bandung: ITB
- Heizer, J. & Render, B. 2011. *Operations Management. Tenth Edition*. Pearson, New Jersey, USA.
- Zulfikarijah, fien. 2005. *Manajemen Operasional*. Malang: UMM Press
- Arman Hakim dan Yudha Prasetyawan. 2008. *Perencanaan dan pengendalian produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Hansen & Mowen. 2004. *Manajemen Biaya, Edisi Bahasa Indonesia*. Buku Kedua. Jakarta: Salemba Empat
- Rangkuti, Freddy. 2004. *Manajemen Persediaan Aplikasi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada

## PENGEMBANGAN WAKTU ESTIMASI PERAKITAN PADA STRUKTUR CENTER FUSELAGE N219 MENGGUNAKAN DESIGN FOR MANUAL ASSEMBLY

Andy Williams<sup>1</sup>, Hery Suliantoro<sup>2</sup>, Singgih Saptadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239  
Telp. (024) 7460052

### ABSTRAK

Estimasi waktu perakitan dilakukan pada tahap konseptual design dengan tujuan untuk mempersiapkan dan menjadwalkan kebutuhan produksi. DFA Boothroyd – Dewhurst merupakan salah satu metode untuk mengetahui waktu estimasi perakitan. Estimasi waktu perakitan yang dilakukan oleh PT DI pada pesawat N219 masih menggunakan konsep lama. Konsep estimasi waktu perakitan yang digunakan oleh PT DI yaitu dengan mengalikan jumlah rivet dengan standard time riveting. Konsep yang digunakan PT DI belum dapat mengestimasi semua proses operasi yang ada pada lini perakitan sehingga menyulitkan dalam menentukan target penyelesaian perakitan dan penyerahan pesawat N219 ke pihak customer. Pada Penelitian ini, bagian yang diteliti pada pesawat N219 untuk mengetahui estimasi waktu perakitan yaitu pada struktur center fuselage. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa gambar komponen struktur center fuselage N219 dan layout final assembly line N 219. Hasil dari perhitungan estimasi waktu perakitan menggunakan metode DFA Boothroyd – Dewhurst menghasilkan 358.36 jam untuk keseluruhan center fuselage. Hasil ini berbeda dengan konsep estimasi waktu perakitan konsep PT DI dengan presentase perbedaan hasil waktu sebesar 50.23%. Namun demikian, hasil tersebut lebih mendekati kondisi riil di PT DI dari pada konsep perhitungan yang berlangsung saat ini karena meliputi semua proses yang digunakan dalam perakitan N219 locating, dismantle, acqutition dan manual riveting.

**Kata Kunci:** DFA Boothroyd – Dehwurst, Estimasi Waktu Perakitan, Struktur Center Fuselage N219

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan BUMN di Indoensia yang bergerak dalam memproduksi pesawat terbang berbadan kecil atau pesawat perintis yaitu PT Dirgantara Indonesia (PT DI) dengan salah satu pesawat yang dibuat yaitu N219. Pada tahap *roll out* (pesawat keluar dari hanggar untuk pertama kali), banyak maskapai dalam negeri yang telah memesan pesawat N219. Pada tahun 2014, PT DI sudah mendapatkan pesanan pesawat N219 sebanyak 50 buah dari maskapai LION AIR (Suryowati, 2014) dan pada tahun 2015, PT DI mendapatkan pesanan dengan jumlah total sebanyak 100 buah unit. (Marsiela, 2015). Banyaknya pesanan mendorong PT DI untuk segera mendapatkan sertifikasi layak terbang dari kementerian perhubungan (Chandra, 2016). Pada tahun 2016 ini, pesawat N219 memasuki tahap persiapan *first flight* yang dijadwalkan pada 10 November 2016. Tetapi dikarenakan terdapat beberapa kendala maka *first flight* N219 dilakukan di akhir tahun 2016.

Berdasarkan hasil wawancara dengan staff *project planning* N219, kendala yang paling sering dihadapi pada tahap *development* pesawat N219 yaitu sering terjadinya keterlambatan *detail part* dari pabrikasi. Keterlambatan *detail part* disebabkan keterbatasan kapasitas pabrikasi di PT DI. Pada tahap pemilihan metode perakitan saat konseptual desain, PT DI menetapkan konsep panel pada perakitan pesawat N219 dengan tujuan untuk meminimasi waktu *work in process* saat *detail part manufacturing* mengalami keterlambatan dari bagian pabrikasi. Sistem panelisasi pada perakitan pesawat N219 baru diterapkan di PT DI dimana pesawat NC212, CN 235, C295 yang dibuat di PT DI menggunakan konsep *barrel*. Penetapan sistem panelisasi pada perakitan pesawat N219 dipilih karena pada proses *assembly*, sistem panelisasi dapat dilakukan secara paralel. Sehingga jika ada *detail part* yang terlambat dari pabrikasi, pekerjaan lainnya dapat dilakukan. Proses ini berbeda dengan sistem *barrel* dimana jika ada keterlambatan *detail part*, maka proses perakitan tidak dapat dilakukan. Selain itu, kekurangan konsep perakitan barrel yaitu memerlukan lokasi perakitan yang luas, kesulitan operator dalam merakit dengan menggunakan *hand drill* dan jika ada terjadi perubahan desain maka dapat menyebabkan perubahan jig (United States of America Patent No. 5,560,102, 1996).

Estimasi waktu proses untuk menetapkan lama proses perakitan sistem panel menggunakan *standard time* (*drilling time* dan *riveting time*) konsep *barrel*. *Standard time* sistem *barrel* pesawat CN 212 digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan lama waktu perakitan pada sistem panelisasi N219 dikarenakan bentuk pesawat yang hampir sama. Hal ini dilakukan karena pada tahap konseptual desain, *engineering* PT DI tidak mempunyai waktu untuk melakukan penelitian waktu proses perakitan konsep panelisasi. Hasil wawancara peneliti dengan *staff production engineering* menunjukkan bahwa perhitungan waktu perakitan pesawat N219 hanya berdasarkan waktu *riveting* yang sudah distandarkan oleh PT DI. Waktu *riveting* tersebut didapat dari rata rata waktu untuk melakukan proses *riveting* pada pesawat CN 212 dimana merakit pesawat CN 212 menggunakan konsep *barrel*. Program N219 dimulai pada tahun 2013 dan pada tahun 2015 harus *roll out* sesuai dengan kontrak dengan LAPAN (Lembaga Antaraksi dan Penerbangan Nasioanl).



Konsep panelisasi diterapkan pada perakitan pesawat N219 dengan tujuan agar dapat memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu dan sebagai tindak lanjut dari sering terjadinya keterlambatan DPM pada pabrikasi. Konsep panelisasi masih terbilang baru di PT DI dimana semua pesawat yang dirakit di PT DI menggunakan konsep *barrel*. Pada saat konseptual desain, PT DI tidak melakukan penelitian untuk estimasi waktu perakitan pada pesawat N219 karena keterbatasan waktu. Sehingga waktu estimasi perakitan konsep panel menggunakan waktu standar yang digunakan pada perakitan konsep *barrel* walaupun kedua konsep ini berbeda. Waktu estimasi untuk konsep panel sangat dibutuhkan untuk PT DI dalam melakukan proses perencanaan dan penjadwalan produksi pesawat N219. Sehingga pada tahap *roll out*, PT DI masih memiliki kesulitan dalam alokasi sumber daya karena masih belum memiliki waktu estimasi perakitan untuk konsep panel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi waktu perakitan struktur *center fuselage* N219 menggunakan DFA Boothroyd – Dewhurst dan membandingkan dengan konsep PT DI

## 2. LITERATUR

### 2.1 Konsep Perakitan Pesawat

Produksi pesawat terbang merupakan produksi yang bersifat *low volume* dengan *high variance* (Briggs, 2013). Produksi pesawat tidak terlepas dari 3 bagian utama yaitu *structure*, *avionic* dan *power plant*. Pada bagian struktur pesawat, terdapat 2 konsep perakitan yaitu konsep *panelisasi* dan konsep *barrel*. Berdasarkan *US Patent* no 5,560,102 tahun 1996, konsep *panelisasi* merupakan hubungan antar *sub-assembly* pada suatu produk dengan skala yang besar. Konsep *panelisasi* mengakibatkan banyaknya *jig* perakitan, tetapi memiliki kelebihan yaitu kemudahan dalam perakitan. Konsep *barrel* berdasarkan *US Patent* no 8,240,607 B2, 2012 yaitu perakitan untuk produk yang besar dimana hasil perakitan berupa bentuk *silindris / radial*. Konsep *barrel* membutuhkan satu *jig* perakitan yang berukuran besar.

### 2.2 DFA Boothroyd – Dewhurst

*Design for Assembly* (DFA) berfokus pada semua tahapan dalam desain proses, tetapi khusus pada tahap awal (konseptual desain) (Boothroyd, 2011). DFA disusun pertama kali pada tahun 1960 oleh Geoffrey Boothroyd dengan temannya Alan Reford dan Ken Swift di University of Salford, Inggris (Whitney, 2004).

Desain produk untuk *manual assembly* merupakan sebuah *assembly* (perakitan) yang menggunakan manusia (operator) sebagai perakit sebuah produk. *Product Design for manual assembly* ini memiliki cakupan yang luas yang diantaranya untuk mereduksi komponen *assembly*, mengetahui tingkat efisiensi *assembly* dan mengetahui waktu total perakitan. Proses dari *manual assembly* dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu *handling time* (*acquiring, orienting, and moving parts*) dan *insertion and fastening* (menyisipkan komponen ke komponen yang dan proses penguatan). Metode *Design for Manual Assembly* Boothroyd - Dewhurst dapat di aplikasikan oleh setiap jenis *assembly*. *Assembly* dengan ukuran yang kecil maupun yang produk akhir yang berukuran besar.

Produk yang berukuran besar, *design for manual assembly* Boothroyd – Dewhurst berorientasi pada *acquitition time*. *Handling time* tidak menjadi orientasi karena pada perakitan produk yang berukuran besar, pergerakan tubuh lebih difokuskan. *Acquitition time* merupakan waktu yang dibutuhkan operator dalam mendapatkan komponen yang dirakit dan siap untuk proses *insertion*. Pada produk yang berukuran kecil, perhitungan DFA Boothroyd – Dewhurst hanya sebatas *manual handling time* dan *insertion time*. Sedangkan pada produk yang berukuran besar, perhitungan waktu estimasi meliputi *acquitition time* dan *insertion time*.

Pada kasus pada produk yang berukuran besar misalnya pesawat terbang, perusahaan yang sudah mengimplementasikan konsep DFA Boothroyd-Dewhurst yaitu Boeing pada helicopter tempur yang memiliki sandi AH – 64. Implementasi konsep DFA Boothroyd – Dewhurst yaitu untuk mengurangi jumlah komponen perakitan yang dapat meningkatkan waktu *assembly* (Eakin, 2010).

Proses perakitan struktur pesawat terdiri dari proses locating, de-burring, dismantle, wet assembly dan manual riveting. Konsep perhitungan estimasi waktu perakitan menggunakan konsep DFA Boothroyd – Dewhurst mencakup proses locating, dismantle dan manual riveting. Proses de-burring dan wet assembly tidak dihitung dalam menggunakan DFA Boothroyd-Dewhurst karena proses ini belum memiliki waktu standar (Brigs, 2013).

Waktu proses perakitan seperti *acquitition time*, *manual handling time* dan *insertion time* telah distandarkan Boothroyd – Dewhurst. Waktu standart ini didapat Boothroyd–Dewhurst berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap proses kerja yang sering digunakan dalam dunia industri terutama pada perakitan manual yang menggunakan operator. Waktu standart tiap proses perakitan di rangkum dalam *two digit code* untuk semua proses yang terkait.

Waktu tiap proses berdasarkan hasil analisis untuk menentukan kemudahan komponen yang dirakit untuk mendapatkan *two digit code*. Setelah menentukan tingkat kesulitan perakitan untuk penentuan *two digit code*, kemudian mengalikan waktu standart yang ada dalam tabel waktu standart Boothroyd - Dewhurst dengan jumlah komponen yang dirakit untuk mendapat waktu proses.

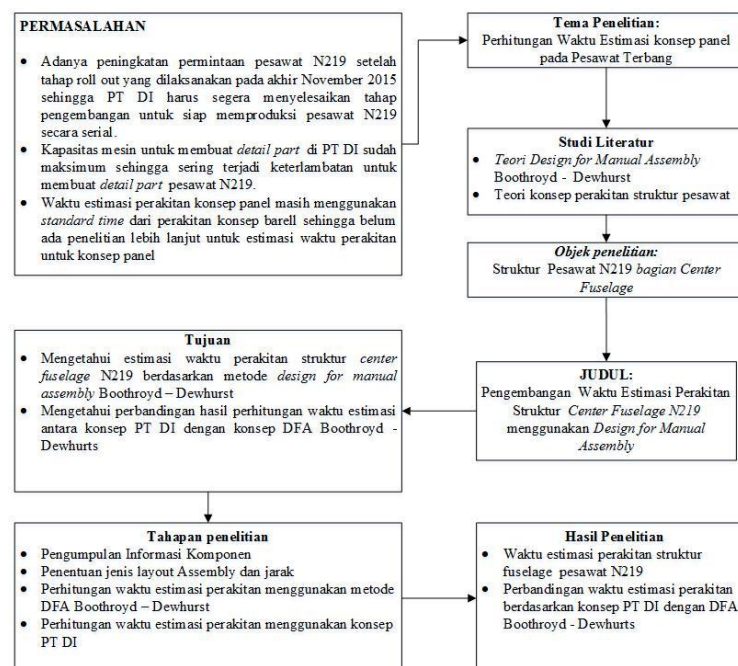
Total waktu estimasi perakitan DFA Boothroyd – Dewhurst didasari pada waktu manual *handling time*, *insertion time* dan *acquitition time*. Rumus untuk waktu estimasi perakita DFA Boothroyd – Dewhurst yang dapat dilihat pada rumus 2.2.

$$ET = TA + RP (TH + TI) \quad 2.2$$

ET	=	Estimasi waktu perakitan
TA	=	<i>acquitition time</i> merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh komponen dari storage ke tempat stasiun perakitan
RP	=	Jumlah komponen yang akan dirakit
TH	=	<i>Handling time part</i> merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memanipulasi arah komponen yang akan dirakit
TI	=	<i>Insertion time</i> merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyatukan komponen dengan atau tidak menggunakan <i>fastening</i>

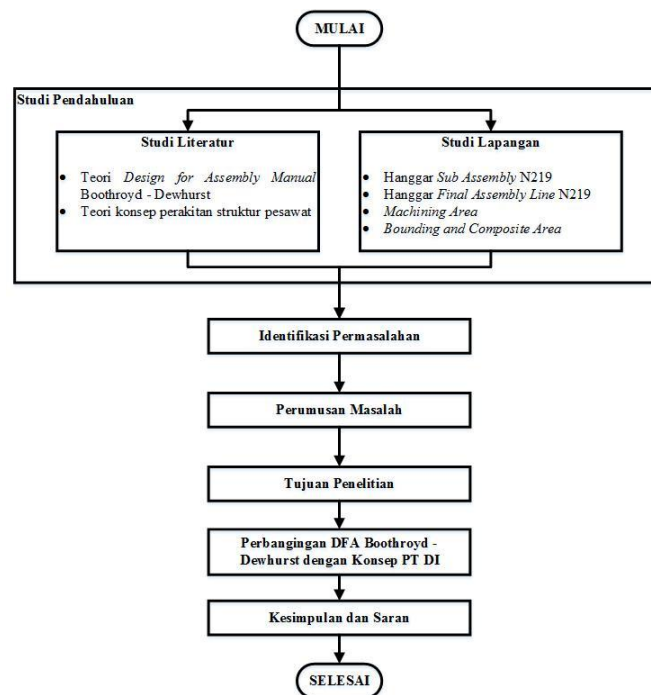
### 3. METODOLOGI

Penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilakukan di PT DI bagian *project planning* N219 pada 28 September 2016 – 30 November 2016. Gambar 3.1 menjelaskan tentang kerangka penelitian.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui keadaan dan mencari masalah yang sedang dihadapi PT DI dalam mengembangkan pesawat N219. Setelah melakukan studi pendahuluan maka dilanjutkan dengan melakukan identifikasi permasalahan dan merumuskan permasalahan. Berdasarkan perumusan masalah, maka dapat ditarik tujuan dari penelitian ini. Asumsi dan batasan pada penelitian ini digunakan untuk memfokuskan penelitian. Penelitian dilanjutkan dengan melakukan perbandingan hasil waktu estimasi perakitan menggunakan metode DFA Boothroyd – Dewhurst dengan konsep PT DI. Analisis dilakukan berdasarkan hasil perhitungan kedua metode perhitungan dan perbandingan waktu estimasi perakitan dari kedua konsep estimasi waktu.



Gambar 2. Alur Penelitian

Pengumpulan data terbagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari bagian *project planning* N219 sedangkan data sekunder didapat dari bagian *production engineering* N219. Perhitungan menggunakan metode DFA Boothroyd – Dewhurst menggunakan data tentang informasi komponen, jarak antar perakitan dengan *storage* dan *tool store* dan *assembly sequence*. Pengolahan data untuk menghitung waktu estimasi perakitan menggunakan konsep PT DI memerlukan data berupa waktu standart proses *riveting* dan informasi komponen.

#### 4. PEMBAHASAN

Pembahasan dalam penelitian ini terdiri dari hasil dan analisis waktu perakitan dari dua konsep waktu estimasi dan analisa perbedaan waktu estimasi perakitan.

##### 4.1 DFA Boothroyd Dewhurst

Berdasarkan pengumpulan data, *center fuselage* N219 terdiri dari 9 panel *assembly* dengan 35516 *rivet*. *Assembly sequence* yang diterapkan yaitu proses perakitan yang dimulai dari *frame – clip – stringer – skin*. Jenis *layout assembly* yang digunakan yaitu *custom assembly layout*.

Proses perhitungan waktu estimasi perakitan terdiri dari *insertion time* dan *acquiitiion time*. Pada *insertion time*, terdiri dari 2 jenis proses operasi yaitu *insertion* dan *fastening*. Proses *insertion* yaitu proses memposisikan komponen agar siap untuk dilakukan proses *fastening*. Hasil perhitungan waktu estimasi untuk proses *insertion* dapat dilihat pada tabel 4.1 tentang tabel *insertion time*.

Tabel 1. *Insertion time*

<i>Drawing Number</i>		<i>Insertion Time</i>	
		<i>Insertion</i>	<i>fastening</i>
		<i>Hours</i>	<i>Hours</i>
N144ND00011	001	7.25	3.98
N144ND00012	001	1.53	1.44
N144ND00013	001	17.39	16.56
N144ND00014	001	17.39	16.56
N144ND00015	001	44.29	45.95
N144ND00016	001	14.19	13.62
N144ND00017	001	19.80	18.45
N144ND00018	001	10.60	9.19

N144ND00019	001	15.30	15.14
<b>Average</b>		51.19	48.81

*Insertion time* merupakan proses dari sebuah *assembly* dimana komponen disisipkan terhadap komponen lain dalam sebuah perakitan. Dalam proses penyisipan ini, terdapat 3 proses yaitu *part* yang disisipkan tapi belum menggunakan proses *fastening*, kompoen yang telah disisipkan tidak dapat bergerak (*fastening process*) dan operasi yang terpisah. Pada perakitan pesawat terbang terdapat dua jenis perakitan yaitu perakitan manual dan perakitan otomatis (Briggs dkk, 2013).

Menurut Briggs dkk (2013) perakitan manual pesawat terbang terdiri dari proses *locating*, *drilling*, *dismantle*, *deburring*, *wet assembly* dan *manual riveting*. Semua proses tersebut dapat dihitung waktu proses jika menggunakan metode *maynard operation sequence time* (MOST). Pada penelitian ini, proses yang digunakan yaitu *locating*, *drilling*, *dismantle* dan *manual riveting*. Proses proses ini digunakan karena terdapat pada tabel waktu *insertion time* Boothroyd – Dewhurst. *De-burring* dan *wet assembly* tidak dimasukkan kedalam perhitungan karena proses tersebut belum memiliki waktu standart berdasarkan metode Boothroyd – Dewhurst dan lebih efektif jika dilakukan pengukuran secara langsung untuk mendapatkan waktu standart proses.

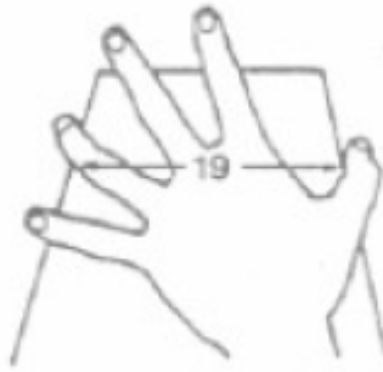
*Custom Assembly layout* merupakan sebuah layout untuk perakitan dengan ukuran *assembly* yang besar. Pada *custom assembly*, tempat penyimpanan komponen dan *tooling* bersifat tetap sehingga tidak menggunakan *tool cart* dan *part cart* (kereta komponen). Ini menyebabkan operator harus menghampiri *storage* untuk komponen dan *tool store* untuk tools. Jarak antara tiap stasiun dengan *tool storage* dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 2. Jarak Antara Stasiun Perakitan Dengan Tool Storage**

<b>Work Station</b>	<b>Distance To Tool Store (Meter)</b>
N144ND00011	3
N144ND00012	7.25
N144ND00013	12.25
N144ND00014	9.75
N144ND00015	24.95
N144ND00016	19.25
N144ND00017	17.75
N144ND00018	14.25
N144ND00019	34.7

*Tools* yang digunakan untuk merakit sebuah pesawat diantara *cleco*, *cleco plier* dan *clem-c*. Semua alat bantu ini disimpan pada *tool storage* Sedangkan *hand tools* yang digunakan dalam perakitan yaitu *drill gun*, *rivet gun*, *screw gun* disimpan pada *tools carts*. Pada perhitungan *acqutition time*, *hand drill* dan *cleco plier*, *rivet gun* dan *screwing gun* tidak masuk dalam perhitungan karena merupakan *hand tools* sedangkan *clem-c* dan *cleco* termasuk dalam perhitungan karena berupa alat bantu untuk menahan posisi part yang akan di *fastening*. *Tool storage* digunakan untuk menyimpan *cleco* dan *clem-c*, dimana sebagai alat bantu untuk proses *locating*. Sedangkan *storage part* digunakan untuk menyimpan *part* dan *standard part*.

Perhitungan *acqutition time* untuk tiap komponen dapat dilihat pada rumus 2.1. Pada bagian frekuensi pengambilan, penelitian ini menetapkan bahwa komponen yang dapat diambil secara simultan tidak lebih dari 132 mm. Batas ukuran 132 mm didapat dari persentil 50% pria Indonesia untuk lebar tangan maksimum (ibu jari ke jari jari lainnya). Dengan penetapan lebar tangan maksimum maka komponen yang termasuk dalam komponen kecil dapat diambil tidak lebih dari 5 komponen secara simultan. Menurut Boothroyd - Dewhurst, komponen yang memiliki ukuran kecil yaitu komponen yang memiliki tebal kurang dari 2 mm dan lebar tidak lebih dari 50 mm sehingga mudah untuk di genggam. Penjelasan untuk data antropometri telapak tangan orang Indonesia dapat dilihat pada lampiran dan gambar 4.3 menjelaskan lebar tangan makasimum.



**Gambar 3. Lebar Fungsional maksimum (ibu jari ke jari lain)**

Pada *standard part*, pengambilan dapat dilakukan secara simultan. Berdasarkan antropometri orang Indonesia untuk diameter genggam maksimum yaitu 48 mm. angka untuk 48 mm didapat dari persentil 50% pria. Sehingga untuk semua *rivet*, pengambilan secara simultan paling banyak membawa 15 *rivet*. Sedangkan untuk *cleco* dan *clem-c*, pengambilan secara simultan yaitu secara berurutan sebanyak 5 dan 2 buah. Gambar 4.4 menjelaskan tentang diameter genggam maksimum.



**Gambar 4. Diameter Genggam Maksimum**

Perhitungan waktu estimasi *acquitition time* untuk semua panel sama dengan perhitungan pada *insertion time*. Perhitungan dimulai dari *component assy* yang diakhiri pada perhitungan *panel assy*. Hasil perhitungan *acquitition time* untuk keseluruhan *panel assy* pada *center fuselage* dapat dilihat pada tabel 4.3 tentang total *acquitition time* per *panel assembly*.

Waktu total perakitan tiap panel *assembly* dapat dilihat pada tabel 4.4 tentang hasil perhitungan estimasi waktu perakitan menggunakan DFA Boothroyd - Dewhursts. Pada tabel 4.4 diketahui bahwa hasil waktu total estimasi berupa satuan jam. Pada perhitungan waktu estimasi berdasarkan *insertion time* dan *acquitition time* menggunakan satuan detik. Maka hasil perhitungan tersebut kemudian dijadikan satuan jam. Berdasarkan tabel 4.4, waktu estimasi dengan satuan jam kemudian di ubah menjadi satuan hari untuk mengetahui dari tiap panel *assembly* membutuhkan waktu perakitan dalam satuan hari.

**Tabel 3. Total Acquitition Time Per Panel Assembly**

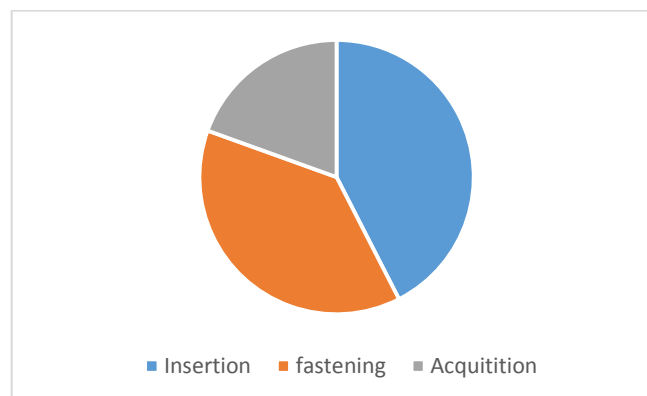
<i>Drawing Number</i>		<i>Acquitition Time</i>	
		<i>Hours</i>	
N144ND00011	001	2.16	
N144ND00012	001	0.74	
N144ND00013	001	8.55	
N144ND00014	001	8.56	
N144ND00015	001	23.50	

N144ND00016	001	5.15
N144ND00017	001	10.34
N144ND00018	001	5.17
N144ND00019	001	7.98

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Estimasi Waktu Perakitan Menggunakan DFA Boothroyd - Dewhurst**

<i>Drawing Number</i>		<i>Total Estimated</i>	
		<i>Hours</i>	<i>Day</i>
N144ND00011	001	13.31	2
N144ND00012	001	2.11	1
N144ND00013	001	41.29	6
N144ND00014	001	42.15	6
N144ND00015	001	110.96	14
N144ND00016	001	32.47	5
N144ND00017	001	47.20	6
N144ND00018	001	24.41	4
N144ND00019	001	37.64	5

Berdasarkan waktu proses perakitan menggunakan metode DFA Boothroyd – Dewhurst, setiap proses operasi memiliki peran penting dalam waktu estimasi. Berdasarkan tabel 4.1 dan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa rata rata dari ketiga proses tersebut memiliki presentase yang berbeda-beda. Proses *insertion* sebesar 42.27%, proses *fastening* sebesar 38.03% dan proses *acquitition* sebesar 19.49%.



**Gambar 5. Presentase Tiap proses**

#### 4.2 Konsep PT DI

Perhitungan hasil waktu estimasi perakitan untuk tiap panel *assembly* pada *center fuselage* dapat dilihat pada tabel 4.5 tentang waktu estimasi perakitan tiap panel *assembly* konsep PT DI. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan waktu jumlah *rivet* yang ada pada panel *assembly* dengan waktu standart proses *rivet*. Hasil perhitungan yang menggunakan satuan detik kemudian dikonversikan ke dalam satuan jam.

Konsep waktu estimasi yang dilakukan PT DI yaitu dengan mengalikan semua *rivet* yang ada di tiap panel *assembly* dengan waktu stamdart *riveting* yang dimiliki PT DI. Waktu *rivetting* yang dimiliki oleh PT DI sebesar 14 detik. Waktu tersebut didapatkan pada proses pengamatan secara langsung pada perakitan pesawat NC212 dan CN 235 yang menggunakan perakitan konsep *barrel*.

**Tabel 5. Waktu Estimasi Perakitan Tiap Panel Assembly Konsep PT DI**

<i>Drawing Number</i>		<b>Waktu Estimasi Perakitan Konsep PT DI (hours)</b>
N144ND00011	001	7.39
N144ND00012	001	1.38
N144ND00013	001	13.83
N144ND00014	001	13.83
N144ND00015	001	30.37
N144ND00016	001	10.47
N144ND00017	001	15.29
N144ND00018	001	15.29
N144ND00019	001	10.87
<i>Total of Assembly time</i>		118.70

#### 4.3 Perbandingan Hasil Estimasi Waktu Perakitan

Perbedaan konsep perhitungan waktu estimasi menghasilkan perbedaan waktu estimasi perakitan. Konsep perhitungan yang digunakan PT DI sebatas waktu standart *rivet* yang dikalikan dengan jumlah *rivet* yang ada di tiap panel *assembly*. Sedangkan Waktu estimasi perakitan Boothroyd – Dewhursts berdasarkan proses *insertion* dan proses *acquitition*. Berdasarkan jurnal Brigs dkk (2013) proses perakitan struktur pesawat terdiri dari proses *locating*, *de-burring*, *dismantle wet assembly*, *manual riveting*.

Konsep estimasi waktu perakitan menurut PT DI yaitu hanya berdasarkan waktu proses *riveting* sehingga secara keseluruhan belum dapat mencakup semua proses yang dibutuhkan dalam proses perakitan pesawat. Hal ini yang menyebabkan setelah tahap *roll out*, bagian *production engineering* melakukan pengamatan langsung untuk menentukan waktu estimasi perakitan N219. Pengamatan yang dilakukan yaitu dengan melakukan pencatatan waktu proses perakitan berdasarkan *process sheet*.

Proses pencatatan waktu berdasarkan *process sheet* dilakukan PT DI untuk mengetahui waktu perakitan tiap panel *assembly*. Proses ini sebenarnya tidak efektif karena menurut Jin dkk (2008) pencatatan waktu yang efektif yaitu menggunakan metode MOST. Metode MOST untuk mengetahui waktu proses perakitan juga dilakukan oleh Brigs dkk (2013). Kedua peneliti ini melakukan perhitungan waktu estimasi perakitan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui proses – proses yang dibutuhkan tanpa adanya *waste*. *Waste* yang dimaksud yaitu waktu menganggur operator dan waktu *idle* operator.

Konsep perhitungan estimasi waktu perakitan menggunakan konsep DFA Boothroyd – Dewhurst mencakup proses *locating*, *dismantle* dan *manual riveting*. Ketiga proses tersebut terdapat dalam tabel *insertion time* Boothroyd - Dewhurst. Selain itu, metode Boothroyd – Dewhursts juga dapat memberikan waktu standart untuk proses membawa komponen dari *storage* menuju area perakitan berdasarkan karakteristik komponen dan jarak perpindahan. Penggunaan waktu akusisi pada penelitian ini karena perakitan pesawat merupakan perakitan yang berukuran besar sehingga manual *insertion time* tidak efektif untuk di terapkan. Maka dari itu, perhitungan waktu estimasi perakitan menggunakan DFA Boothroyd-Dewhurst lebih baik dari pada konsep PT DI

Pada dasarnya konsep DFA digunakan untuk mengefisiensikan proses perakitan dengan melakukan proses design ulang. Waktu proses perakitan sangat penting menurut Boothroyd - Dewhursts karena waktu proses produksi paling lama terjadi pada proses perakitan dan sekitar 40% biaya produksi terpakai pada proses perakitan. Sebelum melakukan design ulang, harus melakukan proses perhitungan waktu estimasi pada design lama. Sehingga dari design lama dapat diketahui sub *assembly* yang memiliki waktu terlama. Selain itu dapat mengeliminasi komponen pendukung.

Waktu perakitan dapat dicari dengan menggunakan pengamatan langsung dan pengamatan tidak langsung. Pengamatan langsung dapat dilakukan jika produk sudah dalam keadaan produksi/tidak dalam tahap *development*. Pengamatan langsung dapat menggunakan metode MOST atau *stopwatch time study*. Sedangkan untuk mendapatkan waktu perakitan dengan pengamatan tidak langsung dapat menggunakan *work factore*, MTM. DFA digunakan pada tahap konseptual *design* dan pada tahap pengembangan. Waktu standart pada tabel *manual insertion* Boothroyd – Dewhurst dan tabel *acquitition time* didapat dari penelitian Boothroyd – Dewhursts tentang proses proses yang digunakan dalam perakitan.

Pada Tabel 4.6 dapat diketahui perbedaan waktu estimasi perakitan antara konsep PT DI dengan konsep DFA Boothroyd – Dewhursts. Hal ini disebabkan karena konsep PT DI hanya berorientasi pada proses *fastening*, sedangkan DFA mencakup hampir keseluruhan proses perakitan. Rata – rata perbedaan selisih waktu antara

kedua metode tersebut sebesar 50%. Angka sebesar 50% dikarenakan pada perakitan pesawat terbang, waktu terlama yaitu pada proses *manual riveting*.

Perbedaan sebesar 50% terjadi karena pada perhitungan yang dilakukan PT DI hanya pada bagian fastening. *Standard time* yang digunakan PT DI untuk proses *rivet* ini sebesar 14 detik untuk satu kali proses. Pada penelitian ini, waktu proses *riveting* menggunakan waktu proses sebesar 7 detik untuk *rivet* yang mudah diarahkan dan 9.5 detik untuk *rivet* yang tidak mudah diarahkan. Sehingga terdapat perbedaan *standard time* antara konsep PT DI dan konsep Boothroyd – Dewhurst. Proses *fastening* dalam konsep DFA Boothroyd-Dewhurst memiliki peran 37.65% dari waktu keseluruhan. Hasil perhitungan waktu estimasi DFA dan konsep PT DI dapat dilihat pada tabel 4.6.

Dari kedua metode perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa waktu estimasi perakitan yang paling mendekati waktu perakitan sesungguhnya yaitu konsep estimasi waktu DFA Boothroyd-Dewhurst. Hal ini dikarenakan pada metode DFA Boothroyd mencakup hampir semua proses yang ada dalam proses perakitan pesawat. Sedangkan pada konsep PT DI hanya sebatas proses *manual riveting*. Pada proses perhitungan menggunakan konsep DFA Boothroyd-Dewhurst menghasilkan *front lower panel* memiliki waktu proses terlama. Hal ini terjadi karena banyaknya proses *riveting*.

Estimasi waktu perakitan menggunakan konsep PT DI sangat mudah dan cepat untuk menentukan waktu proses setiap panel *assembly*. Konsep yang digunakan PT DI tidak memperhatikan detail proses yang mempengaruhi waktu proses perakitan sehingga menyebabkan kurang akuratnya bagian master planning PT DI dalam merencanakan kebutuhan sumber daya dan penjadwalan produksi. Selain itu, PT DI dengan menggunakan konsep perakitannya tidak dapat mengetahui faktor jarak antara stasiun perakitan dengan *storage part* dan *tool storage* yang dapat mempengaruhi waktu perakitan.

**Tabel 4.6 Perbandingan Waktu Estimasi Perakitan Antara Konsep PT DI dengan Konsep DFA**

<i>Number Drawing</i>	Konsep PT DI	Konsep DFA	Presentase
N144ND00011	7.39	13.35	28.76 %
N144ND00012	1.38	2.13	21.44 %
N144ND00013	13.83	42.50	50.91 %
N144ND00014	13.83	42.52	50.92 %
N144ND00015	30.37	113.74	57.85 %
N144ND00016	10.47	32.71	51.53 %
N144ND00017	15.29	48.22	51.85 %
N144ND00018	15.29	24.76	23.64 %
N144ND00019	10.87	38.42	55.91 %
Waktu Total	118.70	358.36	50.23 %



Konsep DFA Boothroyd – Dewhurst dapat menganalisa hampir setiap proses dari perakitan panel *assembly center fuselage* N219. Berdasarkan tabel 4.1 untuk *insertion time*, tabel 4.3 untuk *acqutition time* dan gambar 4.5 tentang presentase tiap proses perakitan, PT DI dapat mengembangkan pesawat N219 bagian center fuselage dengan mengubah jenis *layout assembly* menjadi *flexible assembly*. Selain dari layout, perlunya *redesign* pada bagian panel *assembly center fuselage* untuk mengurangi waktu *insertion* dan *fastening*

#### 4.4 Rekomendasi

Rekomendasi pada hasil penelitian ini mengacu pada hasil perhitungan waktu estimasi perakitan struktur *center fuselage* N219. Dari hasil analisis waktu perhitungan menggunakan metode DFA Boothroyd – Dewhursts, penelitian ini dapat memberikan rekomendasi untuk PT DI dalam merakit struktur *center fuselage* N219 dan untuk bagian lain pada pesawat N219. Berikut merupakan rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan estimasi perakitan menggunakan metode DFA Boothroyd – Dewhursts yaitu:

1. Dari hasil perhitungan waktu estimasi perakitan, didapatkan bahwa jumlah *fastening* lebih banyak dari jumlah komponen. Sehingga menyebabkan waktu *fastening* mempengaruhi 36.75% dari waktu keseluruhan. Berdasarkan penelitian Eakin (2010) tentang *aircraft design for manufacture assembly*, proses terlama dalam perakitan pesawat yaitu dengan banyaknya jumlah *riveting*. Jumlah *rivet* dipengaruhi oleh banyaknya komponen dimana komponen pesawat dapat disatukan dengan proses *riveting*. Maka dari itu, *sub assembly* yang memiliki waktu perakitan terlama memerlukan *redesign* dengan mengurangi jumlah komponen agar dapat menekan waktu perakitan.
2. Proses *Redesign* atau dalam mendesain suatu pesawat, *engineering* PT DI menggunakan analisis otomatis waktu perakitan berdasarkan pendekatan pengetahuan *digital*. Analisis otomatis waktu perakitan berdasarkan pendekatan pengetahuan digital merupakan penelitian yang dilakukan oleh Jin dkk pada tahun 2008. Pada saat proses *redesign* atau mendesain pesawat, desain komponen yang dibuat dapat dilakukan analisis waktu perakitan berdasarkan waktu standart proses yang telah ada. Waktu standart tersebut didapat dengan melakukan pengamatan secara langsung menggunakan metode MOST. Analisis waktu perakitan dapat dilakukan *engineering* PT DI dengan menggunakan *software* Delmia.
3. Jenis *layout* perakitan dapat di ubah menjadi jenis *flexible assembly layout*. Pada perhitungan waktu estimasi perakitan, waktu akusisi berperan 21.79%. Hal ini terjadi karena jarak antara *storage* dengan tempat perakitan diatas 4.8 meter. Operator menghabiskan selama kurang lebih 12 detik untuk satu komponen agar siap untuk dirakit. Menurut Boothroyd-Dewhurst, *custom assembly layout* yang digunakan PT DI sekarang dapat diubah menjadi *flexible assembly layout* karena untuk kedua *layout* tersebut memiliki luas *layout* yang sama.
4. Metode DFA *for manual assembly* merupakan sebuah metode yang digunakan pada tahap konseptual desain. Sebelum suatu produk diproduksi secara massal, produk tersebut memasuki tahap konseptual desain terlebih dahulu. Pada konseptual desain ini, DFA Boothroyd – Dewhursts dapat digunakan untuk mengetahui waktu perakitan dan komponen – komponen yang dapat menyebabkan waktu perakitan menjadi lama. Sehingga dengan mengetahui waktu perakitan maka dapat mengetahui estimasi biaya produksi dan sumber daya yang dibutuhkan. PT DI dapat menggunakan metode DFA Boothroyd-Dewhurst pada proses konseptual desain untuk pengembangan pesawat terbarunya mengingat perakitan yang dilakukan masih secara manual. Dari DFA Boothroyd ini, PT DI dapat mengestimasi waktu perakitan, efisiensi desain dan biaya produksi dari suatu produk yang akan dibuat.

#### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, waktu proses perakitan untuk tiap panel *assembly* menggunakan metode DFA mencakup proses *locating*, proses *dismantle*, proses *fastening* dan proses *akusisi*. Hasil perhitungan menggunakan konsep DFA Boothroyd – Dewhurst, total waktu perakitan *center fuselage* N219 sebesar 358.36 jam dengan waktu perakitan terlama pada *front lower panel assy*.

Hasil perhitungan waktu estimasi menggunakan konsep PT DI sebesar 118.70 jam dan lebih cepat dari hasil DFA Boothroyd-Dewhurst. Hal ini terjadi karena pada konsep Boothroyd – Dewhursts mencakup proses *locating*, *dismantle*, dan manual *riveting*. Dimana pada dunia nyata, proses perakitan pesawat terbang mencakup proses *locating*, *dismantle*, *de-burring*, *wet assembly* dan manual *riveting*

## PUSTAKA

- Ahmad, R. (2016, 8 7). Peminat Pesawat N219 Berlimpah, Nasir Belum Gagasan Ekspor. Solo, Jawa Tengah, Indonesia.
- Alkan, B., Vera, D., Ahmad, M., Ahmad, B., & Harrison, R. (2016). A model for complexity assessment in manual *assembly* operations through. *CIRP*, 44, 429-434.
- Antonio C. Micale, D. E. (1996). *United States of America Patent No. 5,560,102*.
- ATCONF. (2013). *WORLDWIDE AIR TRANSPORT CONFERENCE*, (pp. 1-2). Montréal.
- Barbosa, G. (2013). Design for Manufacturing and Assembly methodology applied to aircrafts design and. *IFAC*, 46(7), 116-121.
- Briggs, J., Jin, Y., Price, M., & Burke, R. (2013). MIXED-MODEL PRODUCTION SYSTEM DESIGN FOR AIRCRAFT ASSEMBLY. *the 11th International Conference on Manufacturing Research - Cranfield, United Kingdom*, (pp. 537-542). Cranfield.
- Chandra, A. A. (2016, 11 3). Dibanderol Rp 78 Miliar, Pesawat N219 Diuji Coba Akhir Tahun Ini. Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia.
- Dharma, S. (2008). *PENDEKATAN, JENIS, DAN METODE*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Dongping, Z., Xitian, T., & Junhao, G. (2016). A Comprehensive System for Digital Assembly Precision Simulation and. *CIRP*, 56, 243 - 248.
- Duncan, J. S. (2016). *Flight Standards Service*. Oklahoma City: Federal Aviation Administration.
- Eakin, D. (2010). Aircraft Design for Manufacture and Assembly. *Encyclopedia of Aerospace Engineering*.
- Geoffrey Boothroyd, P. D. (2011). *Product Design for Manufacture and Assembly*. Boca Raton: CRC Press.
- Gómez, A., J. R., Masb, F., & Vizána, A. (2016). Method and software application to assist in the conceptual design of. *Journal of Manufacturing Systems*, 40, 37-53.
- Heike, G., & Ramulu, M. (2001). Mixed model *assembly* alternatives for low-volume. *Int. J. Production Economics*, 72, 103-120.
- Jacksona, K., Efthymioua, K., & Bortona, J. (2016). Digital manufacturing and flexible *assembly* technologies for. *CIRP*, 52, 274-279.
- Jin, Y., Curran, R., & butterfly, J. .. (2008). Automated Assembly Time Analysis Using a Digital Knowledge Based Approach. *The 26th Congress of ICAS and 8th AIAA ATIO Anchorage*. Anchorage: University Belfast.
- Khan, A., & J. Day, A. (2002). A Knowledge Based Design Methodology for Manufacturing Assembly Lines. *Computer and Industrial Engineering*, 41, 441-467.
- Marsiela, A. (2015, Desember 11). Pemda Didorong Beli N-219 Buatan PT DI. Bandung, Jawa Barat, Indonesia.
- Micale, A. C., & Strand, D. E. (1996). *United States of America Patent No. 5,560,102*.
- Mixed model *assembly* alternatives for low-volume. (2001). *Internasional Journal Production Economics*, 72, 103-120.
- Pahl, G. (2012). *United States of America Patent No. US 8,240,607 B2*.
- Ralahalu, K. A., & Jinca, M. (2013). The Development Of Indonesia Archipelago. *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 2(9), 12-18.
- Sudiro, D. A., & K. Martono, D. (2016). National and International Air Transport Regulations in Indonesia. *IOSR-JAC*, 9(3), 7-22.
- Suharso, P. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif untuk Bisnis: Pendekatan Filosofis dan Praktis*. Jakarta: Indeks.
- Suryowati, E. (2014, February 14). Lion Air Minati Pesawat N219 Buatan PTDI. Bandung, Jawa Barat, Indonesia.
- Vallhagen, J. (2013). An approach for producibility and DFM-methodology in aerospace engine. *CIRP*, 151-156.
- Whitney, D. E. (2004). *Mechanical Assemblies*. New York: Oxford University Press.
- Wignjosobroto, S. (1995). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yuliati, A., Nurkertamanda, d., & Budiawan, W. (2014). Analisis Design for Assembly pada Proses Perakitan LCD TV/Monitor merk Vetro tipe LT-1571 menggunakan Metode The Boothroyd Dewhurst di PT Intech Anugrah Indonesia. *Industrial Engineering Online Journal*, 3.

## PERENCANAAN STRATEGIS SUMBER DAYA SISTEM INFORMASI DI UNIVERSITAS DIPONEGORO: RENCANA PENELITIAN

Ardanesia<sup>1</sup>, Singgih Saptadi<sup>2</sup>, Ary Arvianto<sup>3</sup>

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: nesiaarda@gmail.com

### ABSTRAK

*Universitas Diponegoro sebagai institusi pendidikan harus memiliki suatu perencanaan strategis sumber daya sistem informasi sebagai kerangka acuan dalam pengembangan sistem informasi dan proses dokumentasi yang kredibel mengenai sumber daya yang dimiliki. Perencanaan strategis sistem informasi yang bersifat terintegrasi diperlukan sebagai upaya bagi Universitas Diponegoro untuk menjadi universitas riset yang unggul pada tahun 2020. Hasil wawancara yang dilakukan menunjukkan bahwa pembangunan SI Universitas Diponegoro masih memiliki kendala. Pembangunan SI dominan bersifat bottom-up, perencanaan pembangunan SI yang terintegrasi belum rampung, dan adanya organisasi tata kelola (OTK) yang relatif baru menyebabkan SI organisasi belum terintegrasi. Hal ini menunjukkan Universitas Diponegoro membutuhkan suatu perencanaan strategis SI dapat mendukung pencapaian visi dan memperoleh manfaat penerapan SI. Perencanaan strategis sistem informasi meliputi tiga aspek utama, yaitu Penentuan Jenis-Jenis Aplikasi, Penentuan Prioritas Investasi, dan Perencanaan Strategis Sumber Daya. Paper ini akan memaparkan bagian awal dari penelitian pengembangan metodologi perencanaan strategis sumber daya sistem informasi. Perencanaan strategis sumber daya sistem informasi penting untuk dilakukan agar sumber daya yang diinvestasikan dapat digunakan dengan efektif dan efisien.*

**Kata Kunci:** perencanaan strategis, sistem informasi, sumber daya sistem informasi, teknologi informasi

### 1. PENDAHULUAN

Universitas Diponegoro merupakan Perguruan Tinggi Negeri (PTN) yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Universitas Diponegoro memiliki visi untuk menjadi universitas riset yang unggul pada tahun 2020. Salah satu langkah yang harus ditempuh dalam mencapai visi tersebut adalah penerapan sistem informasi (SI) yang handal. Penggunaan SI dapat menjadikan suatu organisasi memiliki keunggulan kompetitif yang secara langsung mempengaruhi tingkat keunggulannya (Ward & Peppard, 2002). Dengan penerapan SI tersebut diharapkan dapat menunjang proses pelaksanaan riset bagi seluruh civitas akademika Universitas Diponegoro.

Menurut Ward & Peppard (2002), terdapat tiga sasaran utama dari upaya penerapan SI, yaitu:

1. Memperbaiki efisiensi kerja dengan melakukan otomatisasi berbagai proses yang mengelola informasi.
2. Meningkatkan keefektifan manajemen dengan memuaskan kebutuhan informasi guna pengambilan keputusan.
3. Memperbaiki daya saing atau meningkatkan keunggulan kompetitif organisasi dengan merubah gaya dan cara berbisnis.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan melalui metode wawancara dengan perwakilan dari Biro Administrasi Perencanaan dan Sistem Informasi (Bapersi) dan Direktorat Data dan Informasi Universitas Diponegoro, diketahui bahwa Universitas Diponegoro belum memiliki perencanaan strategis untuk pengelolaan Teknologi Informasi (TI) yang terintegrasi. Dari hasil wawancara yang dilakukan juga dapat diketahui bahwa terdapat Direktorat Data dan Informasi di Universitas Diponegoro yang memiliki tugas untuk melakukan perencanaan SI Undip 20 tahun ke depan. Perencanaan yang dihasilkan akan diaplikasikan oleh Bapersi sebagai badan operasional pengelolaan SI yang ada di Universitas Diponegoro. Sistem informasi yang ada dan dikelola oleh badan SI pusat Undip telah diterapkan untuk berbagai kebutuhan seperti pada sistem akademik, keuangan, akuntansi, aset, penelitian, alumni, dan kepegawaian.

Menurut Ishak & Alias (2005), perencanaan strategis SI pada institusi pendidikan publik diperlukan untuk memastikan kelancaran dalam proses dengan stakeholder terkait. Perencanaan strategis SI penting dalam kelancaran sinergisitas antar unit-unit kerja, aktivitas kerja yang sistematis, dan penggunaan teknologi yang tepat guna (Ishak & Alias, 2005). Menilik pada pentingnya peran

perencanaan strategis SI pada kelancaran proses kerja di Universitas Diponegoro, maka penelitian ini dilakukan guna merancang strategi SI yang tepat untuk Universitas Diponegoro.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan dapat dirumuskan tiga kendala pembangunan SI di Universitas Diponegoro. Pertama, SI yang ada di Universitas Diponegoro belum terintegrasi secara terpusat. Selama ini pengembangan SI di Undip secara bottom up, yaitu pengembangan SI dilakukan oleh unit-unit kerja, seperti fakultas dan program studi, dan tidak seluruhnya terpusat ditingkat universitas. Hal ini disebabkan tidak adanya kebijakan awal dalam melakukan pengembangan SI. Kendala ini dirasa menghambat pihak top management dalam perolehan data dan informasi.

Kedua, Direktorat Data dan Informasi Universitas Diponegoro yang memiliki tugas dalam melakukan perencanaan SI Undip baru terbentuk pada pertengahan tahun 2016, sehingga saat ini blue print perencanaan SI Undip masih dalam proses pembuatan. Hal ini jelas berpengaruh pada bagian operasional, Bapersi, dalam menjalankan tugasnya yang tidak didahului dengan perencanaan yang jelas terhadap pembangunan SI di Universitas Diponegoro dalam jangka waktu tertentu.

Ketiga, Bapersi memiliki Organisasi Tata Kelola (OTK) baru, yang mana sebelumnya antar unit kerja memiliki tugas yang hampir sama. Hal tersebut membuat Bapersi membutuhkan berbagai penyesuaian seperti koordinasi baru, dan pembagian tugas baru sehingga membutuhkan peran manajemen SDM untuk dapat menyesuaikan dengan perubahan kondisi yang ada.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas dibutuhkan suatu perencanaan strategis SI di Universitas Diponegoro untuk dapat mendukung pencapaian visi dan memperoleh manfaat penerapan SI. Perencanaan strategis SI meliputi tiga aspek utama, yaitu Penentuan Jenis-Jenis Aplikasi, Penentuan Prioritas Investasi, dan Perencanaan Strategis Sumber Daya. Paper ini akan memaparkan bagian awal dari penelitian pengembangan metodologi perencanaan strategis sumber daya sistem informasi. Perencanaan strategis sumber daya sistem informasi penting untuk dilakukan agar sumber daya yang diinvestasikan dapat digunakan dengan efektif dan efisien.

## **2. KAJIAN PUSTAKA**

### **a. Sistem Informasi**

Menurut Laudon & Laudon (2000) sistem informasi (SI) merupakan suatu hubungan antara manusia, prosedur dan penggunaan teknologi untuk pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, penyebaran dan penyajian informasi oleh satu atau beberapa proses bisnis dalam suatu organisasi. Sistem informasi memadukan elemen-elemen yang berfungsi untuk mengidentifikasi informasi yang dibutuhkan dan memastikan bahwa strategi sistem informasi tersebut selaras dengan strategi bisnis. Sistem Informasi dapat berperan dalam mendukung strategi bisnis organisasi untuk memperoleh keunggulan kompetitif.

Sedangkan teknologi informasi (TI) merupakan implementasi antara teknologi komputer dan teknologi komunikasi yang dapat menyebabkan sistem informasi berjalan sesuai dengan proses bisnis yang diinginkan (Laudon & Laudon, 2000).

Penerapan SI/TI dalam suatu organisasi mempunyai tiga sasaran utama. Pertama, untuk memperbaiki efisiensi kerja dengan melakukan otomatisasi proses pengelola informasi. Kedua, untuk meningkatkan keefektifan manajemen dengan mencukupi kebutuhan informasi dalam pengambilan keputusan. Ketiga, untuk memperbaiki daya saing atau meningkatkan keunggulan kompetitif suatu organisasi (Ward & Peppard, 2002).

Strategi SI menitikberatkan pada penentuan aplikasi sistem informasi yang dibutuhkan organisasi. Strategi SI memiliki esensi untuk menjawab pertanyaan “apa?”. Sedangkan strategi TI memiliki esensi untuk menjawab pertanyaan “bagaimana?” pada pemilihan teknologi, infrastruktur, dan keahlian khusus yang terkait atau menjawab (Earl, 1989).

Strategi SI/TI seharusnya mengarah pada kinerja sistem yang terintegrasi untuk menghasilkan informasi yang akurat yang dapat digunakan sebagai masukan dalam mengambil keputusan (Ward & Peppard, 2002).

### **b. Sumber Daya Sistem Informasi**

Menurut Ward & Peppard (2002), sumber daya sistem informasi terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang digunakan untuk pengembangan, ujicoba, pengaturan dan dukungan terhadap aplikasi dan layanan teknologi informasi. Seluruh aspek tersebut harus dikelola dengan baik untuk memastikan elemen-elemen tersebut dapat beroperasi sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Kementerian Komunikasi dan Informatika (KEMKOMINFO) pada tahun 2007 menyelenggarakan kegiatan Pemingkatan e-Government Indonesia (PeGI) untuk melihat peta kondisi pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) oleh lembaga pemerintah secara nasional. Dengan dilaksanakannya PeGI diharapkan terjadi peningkatan pengembangan dan pemanfaatan TIK di

lembaga pemerintah di seluruh wilayah Indonesia. Kementerian KOMINFO bekerjasama dengan berbagai kalangan baik dari unsur komunitas TIK, perguruan tinggi maupun instansi pemerintah yang terkait dalam perumusannya. Salah satu dimensi pengukuran dalam PeGI adalah dimensi infrastruktur. Dimensi infrastruktur berkaitan dengan sarana dan prasarana yang mendukung pemanfaatan TIK (Subowo, 2016). Tabel 3.1 di bawah ini merupakan uraian penilaian subdimensi infrastruktur PeGI.

**Tabel 1. Subdimensi Infrastruktur PeGI (KOMINFO, 2007)**

No	Subdimensi
1	Data Center
2	Jaringan Data
3	Keamanan
4	Fasilitas Pendukung Infrastruktur TIK
5	Disaster Recovery
6	Pemeliharaan TIK
7	Inventarisasi Peralatan TIK

Paper ini akan menggunakan subdimensi infrastruktur oleh Kominfo (2007) dalam perencanaan sumber daya sistem informasi di Universitas Diponegoro.

### c. Perencanaan Strategis Sumber Daya Sistem Informasi

Perencanaan strategis sumber daya sistem informasi meliputi pemilihan infrastruktur TI, penentuan strategi pembangunan infrastruktur TI, dan penentuan kemampuan dan pengetahuan pegawai yang dibutuhkan.

#### i. Pemilihan Infrastruktur TI

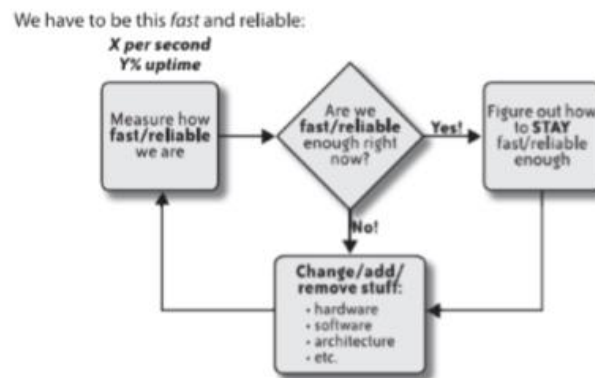
Pemilihan infrastruktur TI dilaksanakan meliputi tiga hal.

1. Pengidentifikasian prinsip teknologi yang sesuai dengan aplikasi dan data Universitas Diponegoro
2. Pengadopsian tren teknologi  
Tren teknologi yang harus diperhatikan antara lain:
  - a. Tren perangkat keras untuk meningkatkan kinerja proses di Universitas Diponegoro. Contoh: teknologi RAID (*Redundant Array of Independent Disk*) sebagai salah satu langkah untuk meminimasi risiko terjadinya kehilangan data apabila salah satu *harddisk* mengalami kerusakan.
  - b. Tren teknologi jaringan untuk mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*.
  - c. Tren teknologi *database* untuk mengoptimalkan penyimpanan dan pengelolaan data Universitas Diponegoro.
  - d. Tren *cloud computing* untuk menghemat sumber daya penggunaan teknologi informasi.
  - e. Tren *security* sebagai kontrol dan mitigasi risiko terhadap sistem informasi yang ada.
  - f. Tren *disaster recovery* sebagai solusi apabila terjadi bencana agar layanan sistem informasi Universitas Diponegoro dapat tetap berjalan.
3. Pemilihan infrastruktur TI yang akan digunakan di masa depan berdasarkan identifikasi yang telah dilaksanakan dan validasi ke pihak terkait.

#### ii. Penentuan Strategi Pembangunan Infrastruktur TI

Penentuan strategi pembangunan infrastruktur TI meliputi perencanaan kapasitas dan pembuatan rancangan strategi pembangunan infrastruktur TI yang bersifat teknis dan terukur. Perencanaan kapasitas bertujuan untuk menentukan kapasitas saat ini dan masa depan serta tuntutan kinerja penyediaan layanan TI dapat sesuai dengan kebutuhan bisnis, dan biaya yang dapat dijustifikasi.

Perencanaan kapasitas bertujuan untuk menemukan keseimbangan yang tepat antara sumber daya, kapasitas, dan kebutuhan. Kapasitas infrastruktur yang ideal adalah yang cukup memadai untuk pelaksanaan beban kerja dalam suatu jangka waktu ke depan. Agar perencanaan infrastruktur adaptif terhadap perubahan internal maupun perubahan eksternal, maka diperlukan perencanaan strategis untuk kapasitas tersebut.



**Gambar 1. Proses dalam Perencanaan Kapasitas (John AllSpaws, 2008)**

Berdasarkan gambar 1 di atas dapat diidentifikasi langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan pengukuran kapasitas yang ada saat ini, kemudian dilakukan justifikasi apakah kapasitas saat ini masih cukup atau tidak, apabila dibutuhkan peningkatan reliabilitas maka akan direncanakan strategi peningkatan kapasitas yang meliputi *hardware*, *software*, *architecture*, dsb.

### iii. Penentuan Kemampuan dan Pengetahuan Pegawai yang Dibutuhkan

Di dalam sebuah organisasi, peran sumber daya manusia (dalam hal ini: pegawai) terindikasi dari jabatan yang dijelaskan dengan lebih detail dalam *job description* nya. Untuk dapat mencapai visi, kemampuan dan pengetahuan pegawai harus sesuai dengan strategi yang telah dicanangkan organisasi (Ward & Peppard, 2002).

Penentuan kemampuan dan pengetahuan SDM pengelola SI merupakan hal penting yang harus dilaksanakan. Menurut Byrd & Turner (2001) SDM pengelola SI merupakan salah satu hal yang memengaruhi kesuksesan penerapan SI. Terdapat tiga faktor yang membedakan antarpegawai dalam menjalankan perannya di organisasi.

#### 1. Kemampuan

Faktor kemampuan adalah mengetahui bagaimana langkah-langkah secara nyata yang harus ditempuh dalam menyelesaikan pekerjaan. Contoh: kemampuan menggambarkan *data flow diagram*.

#### 2. Pengetahuan

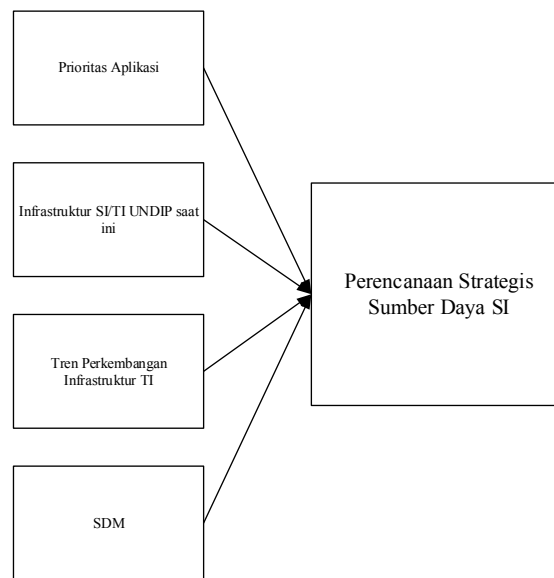
Faktor pengetahuan adalah mengetahui apa fungsi dan harapan terkait pekerjaan yang dilakukannya. Contoh: pengetahuan dalam proses perencanaan strategi TI.

#### 3. Perilaku

Faktor perilaku adalah mengetahui mengapa dilakukannya pekerjaan dan juga terkait dengan aspek tingkah laku dan perilaku individu dalam menjalankan perannya. Contoh: Staf memiliki empati dalam pelayanan sistem informasi ke pelanggan. (Ward & Peppard, 2002)

### 3. METODE

Paper ini memaparkan metode yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah terkait perencanaan sumber daya SI di Universitas Diponegoro. Gambar 2 menggambarkan model konseptual yang diadopsi dari penelitian Nama (2013) yang akan digunakan pada penelitian ini.



**Gambar 2. Model Konseptual**

Perencanaan sumber daya SI dapat dipahami melalui empat aspek: (1) prioritas aplikasi; (2) infrastruktur SI/TI Undip saat ini; (3) tren perkembangan infrastruktur TI; dan (4) sumber daya manusia. Universitas Diponegoro telah melakukan analisis situasi terhadap kondisi internal dan eksternal saat ini. Analisis internal bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan, sedangkan analisis eksternal bertujuan untuk mengetahui peluang dan ancaman yang dihadapi Universitas Diponegoro. Analisis ini disebut juga dengan analisis SWOT (*strength-weakness-opportunity-threat*). Analisis internal dan eksternal tersebut merupakan dasar penyusunan strategi dan perencanaan program yang komprehensif dan terarah yang tertulis dalam dokumen rencana strategis (Renstra). Penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin & Arianie (2017) berlandaskan pada dokumen rencana strategis (Renstra) Universitas Diponegoro tahun 2015-2019.

Adapun data yang harus dikumpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Daftar prioritas aplikasi yang akan didukung oleh TI  
Metode pengumpulan data: Hasil penelitian Muttaqin (2017)
2. Rekapitulasi infrastruktur SI UNDIP saat ini  
Metode pengumpulan data: *Indepth interview*

Adapun susunan perancangan daftar pertanyaan dapat dilihat pada sub bab 3.4.

1. Daftar kapasitas infrastruktur SI UNDIP saat ini;  
Metode pengumpulan data: menggunakan *tools webalizer* untuk mengidentifikasi tren statistik pengunjung, mengambil sampel pada *web server* yang berfungsi sebagai website resmi Universitas Diponegoro dengan domain [www.undip.ac.id](http://www.undip.ac.id) dan server SIA, digunakan untuk mengidentifikasi tren konsumsi memory, processor dan konsumsi bandwidth.
  - a. media penyimpanan *web server* dan sistem informasi yang ada,
  - b. kondisi penggunaan *memory* dan *processor web server* dan sistem informasi yang ada
  - c. kondisi tren pengunjung
  - d. penggunaan *bandwidth*
2. Tren perkembangan *hardware*, teknologi jaringan, teknologi *database*, *cloud computing*, *security*, aplikasi sistem informasi, dan tren *disaster recovery*.  
Metode pengumpulan data: analisis studi literatur

Berikut tahapan yang direncanakan dalam penelitian ini.

**a) Identifikasi Infrastruktur SI/TI UNDIP saat ini**

Tahapan ini bertujuan untuk meminimalisasi kemungkinan ketidaksesuaian dalam perkembangan TI di masa depan. Menurut dokumen PeGI dari Kementerian Kominfo pada subdimensi infrastruktur terdapat tujuh aspek pembentuk infrastruktur yang meliputi:

1. *Data center*  
Aspek *data center* meliputi:
  - a. Server
  - b. Komputer
  - c. Perangkat Jaringan
  - d. Peranti Keras Tambahan
  - e. Perangkat Lunak Sistem Operasi dan Sistem Basis Data
  - f. Peranti Penyimpanan Data
  - g. Ruang dan Fasilitas Pendukung.
2. Jaringan Data
3. Keamanan
4. Fasilitas Pendukung Infrastruktur TI
5. *Disaster Recovery*
6. Pemeliharaan TI
7. Inventarisasi Peralatan TI

**b) Pemilihan Infrastruktur TI**

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan infrastruktur TI sebagai penyokong dalam pencapaian visi Universitas Diponegoro. Keputusan ini meliputi hal-hal teknis berkaitan dengan sumber daya yang tersedia dan tingkat pengadopsian TI yang diinginkan. Di samping itu, tahapan ini juga bertujuan untuk meminimalisasi kesalahan dalam pemilihan teknologi yang akan digunakan di UNDIP disebabkan oleh ketidaksesuaian kebutuhan perangkat keras yang telah ada. Hal-hal yang harus diidentifikasi:

- Pemilihan teknologi yang termasuk dalam tahap percobaan (*infancy*), perkembangan (*growth*), stabil (*mature*), dan mulai ditinggalkan (*facing out*)
- Identifikasi teknologi yang akan menjadi standar di masa depan
- Identifikasi peluang UNDIP dalam pengaplikasian teknologi untuk dapat meningkatkan kinerja

Pada fase ini didefinisikan kebutuhan teknologi untuk pencapaian visi. Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan kandidat teknologi yang akan digunakan untuk menghasilkan pemilihan teknologi yang ada dalam aplikasi meliputi perangkat lunak dan perangkat keras. Pemilihan keputusan pada tahapan ini akan dipengaruhi oleh tren perkembangan *hardware*, teknologi jaringan, teknologi *database*, *cloud computing*, *security*, aplikasi sistem informasi, dan tren *disaster recovery*.

**c) Penentuan Strategi Pembangunan Infrastruktur TI**

Strategi pembangunan infrastruktur TI akan dilakukan dengan cara:

1. Perencanaan kapasitas, meliputi:
  - a. Pengukuran kapasitas saat ini: kondisi media penyimpanan saat ini, kondisi penggunaan *memory* dan *processor* saat ini, kondisi tren pengunjung dan penggunaan *bandwidth*
  - b. Perencanaan kapasitas masa depan: estimasi ukuran kapasitas penyimpanan data sistem informasi dan estimasi kebutuhan *bandwidth*
2. Pembuatan rancangan strategi pembangunan infrastruktur TI yang bersifat teknis dan terukur.

**d) Evaluasi Kemampuan dan Pengetahuan SDM Pengelola SI di UNDIP**

Metode evaluasi yang akan digunakan adalah kuesioner hasil adopsi dari penelitian Byrd & Turner (2001) yang akan diberikan kepada empat orang responden yang terkait, yaitu: Kepala Bagian Sistem Informasi, Kepala Subbagian Data dan Aplikasi, Kepala Subbagian Infrastruktur Jaringan Teknologi Informasi, dan Kepala Subbagian Layanan Informasi BAPERSI UNDIP.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Perencanaan strategis sumber daya yang akan dihasilkan haruslah bersifat adaptif, sehingga proses bisnis di Universitas Diponegoro dapat berjalan secara efektif, efisien, dan tangkas mengikuti perubahan yang diinginkan manajemen di masa mendatang. Perencanaan strategis sumber daya SI berpijak pada integrasi dan harmonisasi sistem yang meliputi *hardware*, *software*, jaringan, fasilitas pendukung, dan sumber daya manusia.

Berdasarkan metode yang telah dirumuskan, masih diperlukan adanya perbaikan dan masalah yang belum terpecahkan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

- a) Rencana metode penelitian masih dapat dikritisi dan dilakukan perbaikan
- b) Model untuk penentuan level pengguna (*user/administrator/developer*) aplikasi sistem informasi yang diinginkan oleh manajemen

## 5. SIMPULAN

Dengan adanya perencanaan strategis sumber daya SI, maka organisasi dapat menentukan kebutuhan sumber daya, menentukan strategi pembangunan sumber daya, dan menentukan kemampuan dan pengetahuan pegawai yang dibutuhkan. Penelitian metodologi perencanaan strategis sumber daya SI menjadi penting untuk dilakukan agar sumber daya yang diinvestasikan organisasi dapat digunakan dengan efektif dan efisien.

Pada paparan permasalahan di atas dapat terlihat bahwa organisasi membutuhkan perencanaan strategis sumber daya SI. Walaupun sudah terdapat beberapa penelitian sejenis, masih diperlukan kontribusi dari peneliti lain dalam pengembangan metodologi pada perencanaan strategis SI.

## PUSTAKA

- Byrd, T. A., & Turner, D. E. (2001). An Exploratory Analysis of the Value of the Skills of IT Personnel: Their Relationship to IS Infrastructure and Competitive Advantage. *Decision Sciences Volume 32 Number 1*, 21-54.
- Earl, M. (1989). *Management Strategies For Information Technology 1st Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1993). Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations. *IBM Systems Journal*, Volume 32 No 1:476.
- Ishak, I. S., & Alias, R. A. (2005). Designing A Strategic Information Systems Planning Methodology For Malaysian Institutes of Higher Learning (ISP-IPTA). *Issues in Information Systems 6.1*, 325-331.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2000). *Management Information Systems, Organization and Technology in The Networked Enterprise*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Nama, G. F. (2013). *Perancangan Infrastruktur Teknologi Informasi Adaptif Pada Universitas Lampung*. Jakarta: Program Studi Magister Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Nuryanto, H. (2012). *Sejarah Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Pant, S., & Hsu, C. (1995). *Strategic Information Planning: A Review*. *Information Resources Management Association International Conference*. Atlanta.
- Rochim, A. F. (2003). Perencanaan Strategis Sistem Informasi Perguruan Tinggi: Studi Kasus Universitas Diponegoro Semarang. *ePrints Universitas Diponegoro*.
- Subowo, M. H. (2016). *Perancangan Infrastruktur Teknologi Informasi Adaptif Menggunakan Kerangka Kerja TOGAF ADM dan SONA: Studi Kasus PT. XYZ*. Jakarta: Program Studi Magister Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Ward, J., & Griffiths, P. (1996). *Strategic Planning for Information System 2nd Edition*. Chicester: John Wiley & Sons.
- Ward, J., & Peppard, J. (2002). *Strategic Planning for Information Systems*. Chicester: John Wiley & Sons.

## APLIKASI METODE PERAMALAN ARIMA UNTUK MERAMALKAN PERMINTAAN PRODUK BENANG DI SPINNING 4 PT. APAC INTI CORPORA, SEMARANG

Mutiara A. Ardhini<sup>1</sup>, M. Mujiya Ulkhaq<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: [ardhini96@gmail.com](mailto:ardhini96@gmail.com)

### ABSTRAK

Penjualan tekstil di Indonesia yang meningkat dari tahun ke tahun menjadikan industri tekstil sebagai industri yang dapat dikatakan menjanjikan keuntungan yang besar. Salah satu perusahaan tekstil yang berlokasi di Semarang, yaitu PT. Apac Inti Corpora, menerapkan strategi *make to order* untuk merespon permintaan dari konsumen. Dengan begitu, perusahaan dapat mengirimkan pesanan dengan kualitas dan waktu pengiriman yang sesuai dengan keinginan konsumen. Namun, seiring dengan pertumbuhan industri manufaktur dan kemajuan teknologi yang sangat cepat, membuat persaingan di bidang tekstil semakin ketat. Hal ini menyebabkan penjualan benang di Spinning 4 pada periode Januari 2013 sampai dengan Desember 2015 belum mencapai target penjualan yaitu sebesar 3.000 bale/bulan. Untuk itu, diperlukan strategi baru yaitu dengan mengubah strategi *make to order* menjadi *make to stock* untuk tiga jenis produk dengan penjualan tertinggi. Jumlah produksi diperkirakan dengan peramalan menggunakan metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dengan bantuan Software EViews 6.0. ARIMA dinilai lebih akurat dengan memberikan galat yang lebih kecil dibandingkan beberapa metode peramalan sederhana lainnya. Hasil peramalan ini dapat digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan penjualannya yang pada akhirnya akan membantu memenangkan persaingan baik di dalam maupun di luar negeri.

**Kata Kunci:** ARIMA; EViews; peramalan; *make to stock*

### 1. PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang tekstil adalah PT. Apac Inti Corpora yang berlokasi di Kecamatan Bawen, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. PT. Apac Inti Corpora memiliki produk unggulan benang, kain *greige*, dan denim berkualitas tinggi yang telah diekspor ke berbagai negara seperti Amerika Utara, Amerika Selatan, Eropa, Asia, Afrika, dan Australia. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggannya, PT. Apac Inti Corpora menerapkan sistem *make to order*.

Pertumbuhan industri manufaktur dan kemajuan teknologi menyebabkan persaingan di bidang tekstil semakin ketat. Hal ini berpengaruh pada penjualan benang di Divisi *Spinning* pada periode Januari 2013 sampai dengan Desember 2015. Salah satu unit *Spinning* yang menghasilkan benang-benang *best selling* yaitu *Spinning 4*, belum mencapai target sebesar 3000 bale/bulan.

Risiko kerugian ini sangat besar karena berimbas langsung pada menurunnya keuntungan perusahaan. Hal ini menjadi tantangan sendiri bagi perusahaan untuk dapat melakukan perencanaan dan pengendalian produksi. Salah satu cara untuk meningkatkan penjualan adalah dengan mengubah strategi *make to order* ke *make to stock* untuk benang-benang dengan penjualan tertinggi, yaitu PCm 30'S K 65/35, PCm 20'S K 65/35, dan CvCm 30'S K 65/35. Hal ini bertujuan untuk mengubah *mindset* Departemen Marketing agar tidak hanya menunggu pesanan, tetapi juga dapat mencari konsumen untuk menjual benang-benang yang ada di persediaan. Maka dari itu, metode peramalan dibutuhkan untuk memperkirakan jumlah produksi benang dengan penjualan tertinggi di enam periode mendatang.

Penelitian ini menggunakan metode peramalan *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) atau yang juga dikenal dengan metode Box-Jenkins. ARIMA merupakan metode yang fleksibel dan dapat merepresentasikan beberapa jenis *time series* seperti *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan kombinasi keduanya (ARMA). Software EViews digunakan untuk membantu dalam hal pengolahan data. Hasilnya diharapkan dapat memberikan pilihan strategi bagi perusahaan dalam upaya peningkatan penjualan perusahaan di tengah persaingan global saat ini.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan dependensi antarvariabel dalam pembuatan peramalan. ARIMA hanya menggunakan data masa lalu dari variabel dependen (dalam hal ini permintaan) untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Tujuan dari ARIMA adalah untuk menentukan hubungan statistik yang baik antarvariabel yang diramal dengan data historis dari variabel tersebut, sehingga peramalan dapat dilakukan dengan model tersebut. Kelebihan dari metode ini adalah tidak dibutuhkan adanya asumsi tentang suatu pola yang tetap, yang berbeda dengan metode-metode peramalan sederhana lainnya. Selain itu, ARIMA juga memiliki tingkat akurasi peramalan yang cukup tinggi.

### Klasifikasi Model ARIMA

Model ARIMA dibagi ke dalam tiga unsur, yaitu model *autoregresif* (AR), *moving average* (MA), dan *integrated* (I). Ketiga unsur ini dapat dimodifikasi sehingga membentuk model baru (Zhang, 2003; Pankratz, 2009).

#### 1. Autoregresif (AR)

Bentuk umum dari model AR dengan ordo  $p$  atau  $AR(p)$  atau  $ARIMA(p,0,0)$  dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = c + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

di mana  $X_t$  adalah variabel dependen atau data permintaan saat ke- $t$ ,  $c$  adalah konstanta,  $\phi_p$  adalah koefisien parameter AR ordo ke- $p$ ,  $X_{t-p}$  adalah data permintaan masa lalu berselang (*time lag*) ke- $t-p$ , dan  $\varepsilon_t$  adalah nilai kesalahan (galat) pada saat  $t$ .

#### 2. Moving average (MA)

Bentuk umum dari model MA dengan ordo  $q$  atau  $MA(q)$  atau  $ARIMA(0,0,q)$  dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = c + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (2)$$

di mana  $\theta_q$  adalah koefisien parameter MA ordo ke- $q$  dan  $\varepsilon_{t-q}$  adalah nilai kesalahan (galat) masa lalu berselang (*time lag*) ke- $t-q$ .

#### 3. Integrated (I)

Bentuk umum dari model integrated dengan ordo  $d$  atau  $I(d)$  atau  $ARIMA(0,d,0)$ . Integrated menyatakan *difference* dari data. Dalam membuat model ARIMA, syarat keharusan yang harus dipenuhi adalah stasioneritas data. Apabila data stasioner, maka ordonya sama dengan 0; namun apabila data tidak stasioner, harus dilakukan proses *differencing*. Stasioner pada *different* pertama, maka ordonya 1; pada *different* kedua, maka ordonya 2, dan seterusnya. Berikut ini bentuk *first differencing* adalah:

$$(1-B)(1-\phi_1 B)X_t = c + (1-\phi_1 B)\varepsilon_t. \quad (3)$$

### Tahapan Peramalan ARIMA

#### 1. Uji stasioneritas

Stasioneritas adalah suatu keadaan dimana fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan (Juanda & Junaidi, 2012). Suatu data *time series* yang tidak stasioner harus diubah menjadi data stasioner, karena aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan data *time series* yang stasioner. Salah satu cara yang paling sering dipakai adalah metode pembedaan (*differencing*) yaitu menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh harus dicek lagi apakah stasioner atau tidak. Jika belum stasioner maka dilakukan *differencing* lagi.

#### 2. Identifikasi model

Identifikasi model dilakukan untuk mengetahui keberartian autokorelasi dan kestasioneran data, sehingga perlu-tidaknya transformasi atau proses *differencing* (pembedaan) dilakukan. Dalam memilih dan menetapkan  $p$  dan  $q$  dapat dibantu dengan mengamati pola *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF).

#### 3. Estimasi parameter model

Estimasi parameter model dilakukan dengan:

- Dengan cara mencoba-coba (*trial and error*), menguji beberapa nilai yang berbeda dan memilih satu nilai tersebut (atau sekumpulan nilai, apabila terdapat lebih dari satu parameter yang akan ditaksir) yang meminimumkan jumlah kuadrat nilai sisa (*sum of squared residual*).

- Perbaikan secara iteratif, memilih taksiran awal dan kemudian penghitungan dilakukan *Box-Jenkins Computer Program* untuk memperhalus penaksiran tersebut secara iteratif.
- 4. Uji diagnosis  
Setelah menduga parameter, langkah selanjutnya adalah menguji model apakah modelnya sudah baik untuk digunakan dengan melihat residualnya. Jika residualnya *white noise*, maka modelnya dapat dikatakan baik dan sebaliknya. Salah satu cara untuk melihat *white noise* dapat diuji melalui korelogram ACF dan PACF dari residual. Bila ACF dan PACF tidak signifikan, ini mengindikasikan residual *white noise* artinya modelnya sudah cocok.
- 5. Peramalan  
Setelah diperoleh model yang memenuhi asumsi-asumsi di atas, maka model tersebut dapat digunakan untuk peramalan.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di bagian PPC Divisi Spinning PT Apac Inti Corpora mulai tanggal 19 Desember 2016 sampai dengan 14 Januari 2017.

#### Pengumpulan Data

Tahap ini penulis mengumpulkan data yang diperoleh dari perusahaan, yang kemudian akan diolah untuk dijadikan alternatif usulan perbaikan yang akan diberikan ke perusahaan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data permintaan produk benang PCm 30'S K 65/35, PCm 20'S K 65/35, CvCm 30'S K 65/35. Ketiga jenis benang tersebut merupakan benang dengan penjualan tertinggi pada *Spinning* 4. Data *demand* yang diolah adalah data dari periode Januari 2013 sampai dengan Desember 2015. Data pada tahun 2016 tidak diikut sertakan karena data penjualan pada tahun tersebut sangat berbeda dari tahun-tahun berikutnya, sehingga akan menjadi *outlier*.

#### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan meramalkan permintaan benang PCm 30'S K 65/35, PCm 20'S K 65/35, CvCm 30'S K 65/35 untuk enam periode mendatang menggunakan metode ARIMA dan menggunakan *Software EViews*. Peramalan dilakukan untuk masing-masing jenis benang dengan tahapan yaitu uji stasioneritas, identifikasi ACF dan PACF, pemilihan model ARIMA, estimasi parameter, uji signifikansi parameter, pemilihan model terbaik, dan uji residual.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Uji Stasioner

Uji stasioneritas dilakukan menggunakan metode Augment Dickey-Fuller (ADF) untuk mengetahui apakah data tersebut mempunyai *unit root*. Pengujian ini membandingkan nilai statistik ADF dengan nilai kritis distribusi Mac Kinnon. Jika nilai absolut statistik ADF lebih besar dari nilai kritisnya, maka data yang diamati menunjukkan stasioner dan jika sebaliknya nilai statistik ADF lebih kecil dari nilai kritisnya maka data tidak stasioner. Data diolah menggunakan *Software E-views*. Dari hasil *software* akan diketahui pada level berapa data tersebut dinyatakan stasioner. Apabila data belum stasioner maka dilakukan proses *differencing* sampai data menjadi stasioner. Output dari pengujian ini adalah ordo integrasi (I). Hasil dari uji stasioner ini adalah ketiga data yang akan digunakan stasioner pada ordo ke-0 karena  $|t\text{-statistic ADF}| > |t\text{-statistic MacKinnon}|$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  dengan nilai  $\alpha = 0,05$  (lihat Gambar 1) sehingga tidak perlu dilakukan proses *differencing*.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on PCM20		
Null Hypothesis: PCM20 has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.403199	0.0067
Test critical values: 1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on PCM30		
Null Hypothesis: PCM30 has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.397994	0.0005
Test critical values: 1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

(a) (b)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on CVCm30		
Null Hypothesis: CVCm30 has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.702251	0.0002
Test critical values: 1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

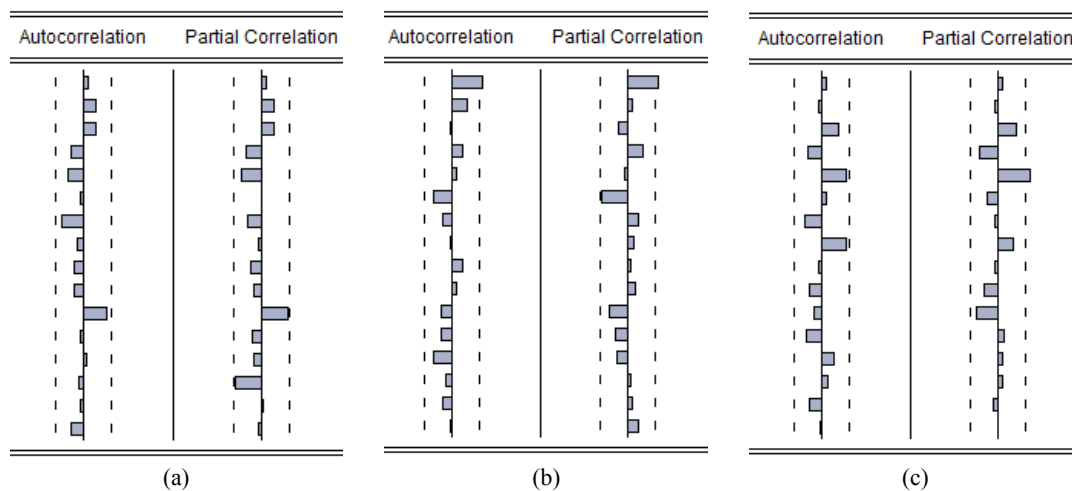
(c)

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

**Gambar 1. Output Software EViews untuk Uji Stasioner Ordo ke-0:**  
(a) PCm 30'S K 65/35, (b) PCm 20'S K 65/35, (c) CvCm 30'S K 65/35

### Identifikasi ACF dan PACF

Identifikasi ACF dan PACF dilakukan dengan melihat *lag-lag* dari *output correlogram*. Identifikasi model dilakukan untuk mengetahui keberartian autokorelasi. Pelanggaran garis batas ini yang akan mengestimasi parameter yang terbentuk (Abdullah, 2012) (lihat Gambar 2).



**Gambar 2. Output Software EViews untuk Identifikasi ACF dan PACF:**  
(a) PCm 30'S K 65/35, (b) PCm 20'S K 65/35, (c) CvCm 30'S K 65/35

Pada Gambar 2(a), terlihat kalau data ditengarai memiliki model teoretis AR(2), MA(2), dan ARMA(2,2). Pada Gambar 2(b), terlihat kalau data ditengarai memiliki model teoretis AR(1), AR(2), dan MA(2). Pada Gambar 2(c) terlihat kalau data ditengarai memiliki model teoretis ARMA(1,2), MA(2), dan ARMA(1,1).

### Estimasi Parameter

Dari parameter yang telah terestimasi, kemudian dilakukan pengujian hipotesis. Uji estimasi parameter digunakan untuk membuktikan apakah parameter ordo p dan ordo q yang diestimasi signifikan. Hipotesis bahwa estimasi tidak signifikan akan ditolak apabila  $p\text{-value} < \alpha$ . Dari hasil estimasi parameter kemudian diperoleh model ARIMA yang terbaik. Model terpilih adalah model dengan semua parameter yang signifikan. Apabila terdapat lebih dari satu model yang terpilih, maka model peramalan terbaik ditentukan dengan melihat nilai *Akaike Criterion Information*. Dari hasil perhitungan ARIMA diketahui bahwa untuk PCm 30'S K 65/35 model ARIMA terbaik ada pada model ARMA(2,2). Untuk PCm 20'S K 65/35 model ARIMA terbaik ada pada model MA(2). Untuk CvCm 30'S K 65/35 model ARIMA terbaik ada pada model ARMA(1,1) (lihat Gambar 3).

Dependent Variable: PCM30  
Method: Least Squares  
Date: 02/27/17 Time: 06:31  
Sample (adjusted): 2013M03 2015M12  
Included observations: 34 after adjustments  
Convergence achieved after 22 iterations  
MA Backcast: 2013M01 2013M02

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	222.8901	30.97245	7.196396	0.0000
AR(1)	1.311949	0.116799	11.23256	0.0000
AR(2)	-0.701491	0.112608	-6.229516	0.0000
MA(1)	-1.404483	0.036402	-38.58249	0.0000
MA(2)	0.931436	0.029212	31.88533	0.0000

R-squared	0.254488	Mean dependent var	236.3406
Adjusted R-squared	0.151659	S.D. dependent var	142.1766
S.E. of regression	130.9524	Akaike info criterion	12.72260
Sum squared resid	497307.3	Schwarz criterion	12.94706

(a)

Dependent Variable: PCM20  
Method: Least Squares  
Date: 02/27/17 Time: 06:46  
Sample (adjusted): 2013M01 2015M12  
Included observations: 36 after adjustments  
Convergence achieved after 20 iterations  
MA Backcast: 2012M11 2012M12

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	198.9888	41.61244	4.781955	0.0000
MA(1)	0.495825	0.159882	3.101203	0.0039
MA(2)	0.380118	0.161444	2.354488	0.0247

R-squared	0.164682	Mean dependent var	200.3292
Adjusted R-squared	0.114057	S.D. dependent var	142.7254
S.E. of regression	134.3397	Akaike info criterion	12.71828
Sum squared resid	595555.7	Schwarz criterion	12.85023
Log likelihood	-225.9290	Hannan-Quinn criter.	12.76433
F-statistic	3.252967	Durbin-Watson stat	2.189453
Prob(F-statistic)	0.051351		

(b)

Dependent Variable: CVCm30  
Method: Least Squares  
Date: 02/27/17 Time: 07:00  
Sample (adjusted): 2013M02 2015M12  
Included observations: 35 after adjustments  
Failure to improve SSR after 12 iterations  
MA Backcast: 2013M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	226.6884	25.20573	8.993527	0.0000
AR(1)	0.879792	0.098088	8.969388	0.0000
MA(1)	-0.997481	0.095290	-10.46785	0.0000

R-squared	0.149020	Mean dependent var	192.2074
Adjusted R-squared	0.095833	S.D. dependent var	136.7466
S.E. of regression	130.0292	Akaike info criterion	12.65521
Sum squared resid	541042.6	Schwarz criterion	12.78853
Log likelihood	-218.4662	Hannan-Quinn criter.	12.70123
F-statistic	2.801844	Durbin-Watson stat	1.977422
Prob(F-statistic)	0.075633		

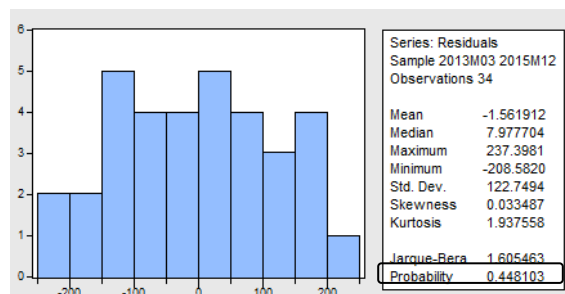
(c)

**Gambar 3. Output Software EViews untuk Estimasi Parameter:**  
(a) PCm 30'S K 65/35, (b) PCm 20'S K 65/35, (c) CvCm 30'S K 65/35

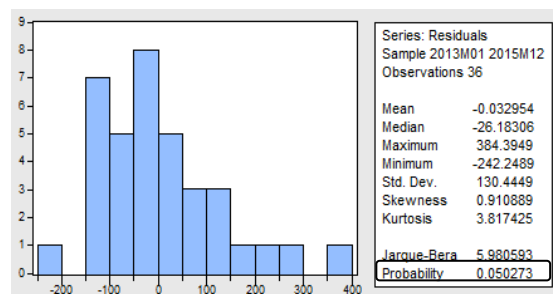
### Uji Residual

Uji residual dilakukan untuk mengetahui apakah data dan residual data berautokorelasi. Uji ini merupakan salah satu cara untuk memeriksa apakah data model yang diestimasi sudah cocok dengan data. Terdapat dua uji yang digunakan yaitu uji normalitas dan uji correlogram.

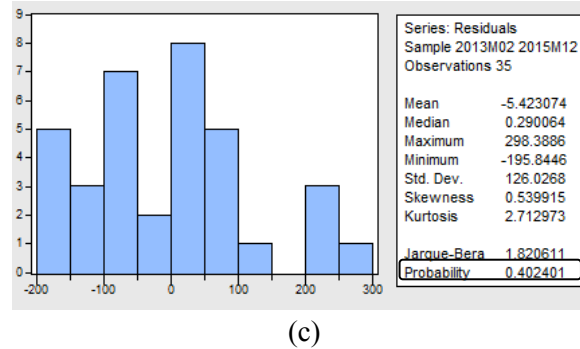
1. Uji normalitas dilakukan dengan menguji residual apakah berdistribusi normal atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Uji Jarque-Bera. Berdasarkan uji normalitas diketahui bahwa ketiga residual data berdistribusi normal karena nilai  $p\text{-value} > 0,05$  (lihat Gambar 4).



(a)

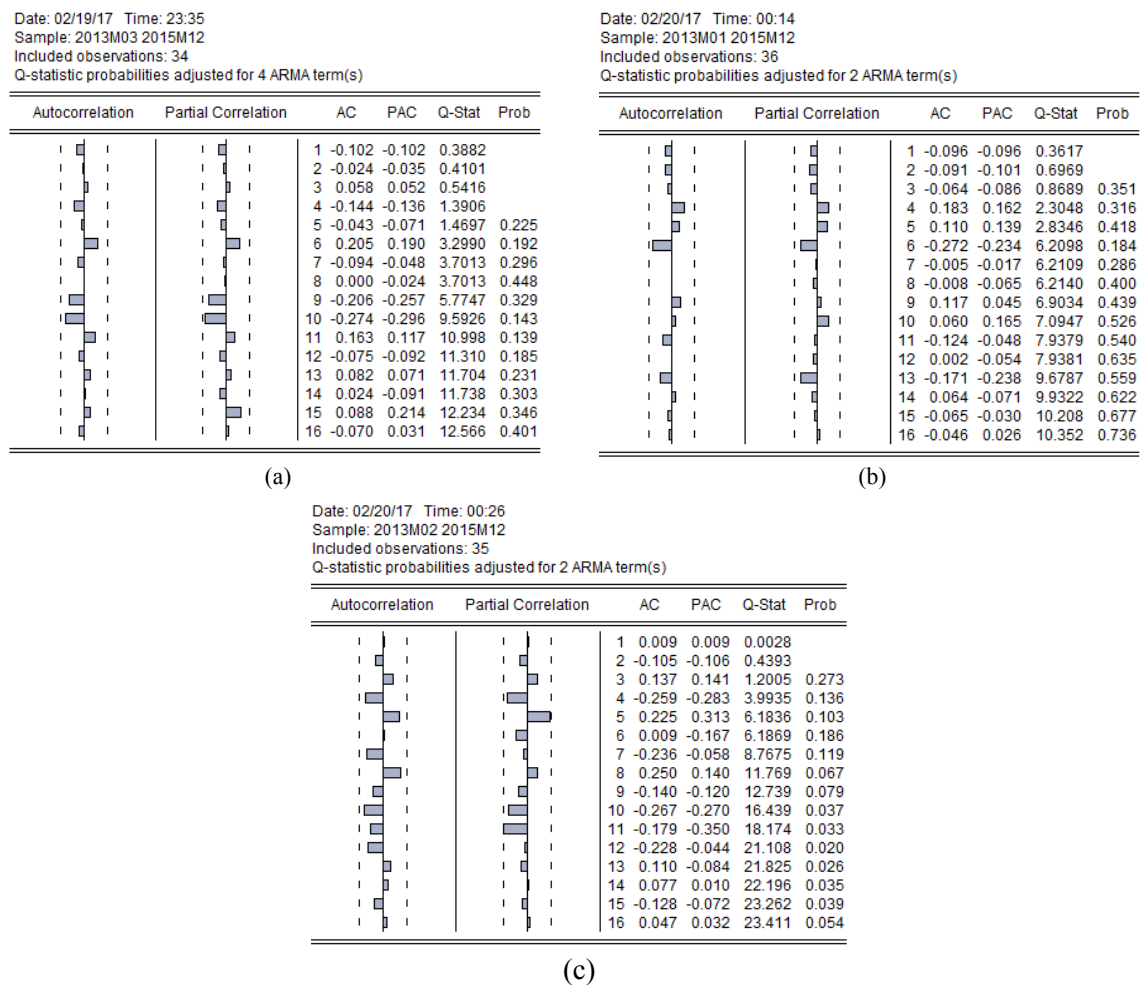


(b)



**Gambar 4. Output Software EViews untuk Uji Normalitas Residual:**  
(a) PCm 30'S K 65/35, (b) PCm 20'S K 65/35, (c) CvCm 30'S K 65/35

2. Uji *correlogram* dilakukan dengan menguji residual apakah berautokorelasi atau tidak. Pada correlogram Q-stat, dapat diketahui bahwa tidak terjadi pelanggaran garis batas pada tiap bagian autokorelasi dan parsial korelasi (lihat Gambar 5).



**Gambar 5. Output Software EViews untuk Uji Correlogram:**  
(a) PCm 30'S K 65/35, (b) PCm 20'S K 65/35, (c) CvCm 30'S K 65/35

## Hasil Peramalan

Setelah semua tahap dilalui dan data sudah lolos semua uji, maka tahap selanjutnya adalah melakukan peramalan dengan menggunakan model ARIMA yang terpilih. Hasil lengkap peramalan menggunakan metode ARIMA untuk enam periode ke depan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 Hasil Peramalan (dalam satuan bale)**

Periode	PCm 30'S K 65/35	PCm 20'S K 65/35	CvCm 30'S K 65/35	Total
$t+1$	222,224	198,989	225,110	646,323
$t+2$	222,433	198,989	225,300	646,722
$t+3$	222,758	198,989	225,467	647,214
$t+4$	223,037	198,989	225,614	647,640
$t+5$	223,176	198,989	225,743	647,908
$t+6$	223,162	198,989	225,856	648,007

Apabila perusahaan berhasil menjual benang PCm 30'S K 65/35, PCm 20'S K 65/35, CvCm 30'S K 65/35 masing-masing sebesar 222,224 bale; 198,989 bale; dan 225,11 bale, maka akan memudahkan Spinning 4 mencapai target sebesar 3.000 bale/bulan. Apabila dijumlahkan, ketiga benang tersebut telah mengurangi 646.323 bale dari 3.000 bale, sehingga terdapat sisa 2.354 bale benang yang dapat dicapai dengan memproduksi benang jenis lainnya.

## 5. KESIMPULAN

Selama empat tahun terakhir, rata-rata penjualan benang di Spinning 4 PT Apac Inti Corpora belum memenuhi target sebesar 3.000 bale/bulan. Hal ini disebabkan oleh persaingan di bidang tekstil yang semakin ketat. Untuk meningkatkan penjualan perusahaan penulis memberikan usulan, yaitu dengan mengubah strategi *make to order* yang selama ini diterapkan perusahaan menjadi strategi *make to stock* untuk beberapa item yang memiliki penjualan tertinggi di Spinning 4. Jenis benang tersebut antara lain PCm 30'S K 65/35, PCm 20'S K 65/35, dan CvCm 30'S K 65/35. Untuk mengetahui perkiraan permintaan ketiga benang tersebut pada enam bulan mendatang, dilakukan peramalan dengan menggunakan metode ARIMA. Dengan menggunakan *software EViews 6.0* diperoleh hasil peramalan permintaan produk PCm 30'S K 65/35 menggunakan model ARIMA(2,0,2), produk PCm 20'S K 65/35 menggunakan model ARIMA (0,0,2), dan produk CvCm 30'S K 65/35 menggunakan model ARIMA (1,0,1). Untuk berpindah ke strategi *make to stock*, perusahaan perlu mencari *supplier* khusus yang dapat menyediakan bahan baku *polyester* dan *cotton* dengan harga tertentu, karena jumlah bahan baku yang dibutuhkan tidak sedikit.

## PUSTAKA

- Abdullah, L. (2012). "ARIMA model for gold bullion coin selling prices forecasting", *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*. vol. 1, no. 4, pp. 153-158.
- Juanda, B. dan Junaidi. (2012). *Ekonometrika Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Bogor: IPB Press.
- Pankratz, A. (2009). *Forecasting with Univariate Box – Jenkins Models*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Zhang, G.P. (2003). "Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model", *Neurocomputing*. vol. 50, pp. 159-175.



## **ANALISA KETERKAITAN ANTARA TINGKAT KEPERCAYAAN, LOYALITAS, DAN KINERJA DARI KOPERASI PADA RANTAI PASOK SUSU DI JAWA TIMUR**

**Aries Susanty<sup>1</sup>, Atika Andriyani<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: [ariessusanty@gmail.com](mailto:ariessusanty@gmail.com); [atikaandriyani94@gmail.com](mailto:atikaandriyani94@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Penelitian ini memiliki sejumlah tujuan. Pertama, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari komunikasi kolaboratif, tingkat ketergantungan, dan kepuasan harga terhadap tingkat kepercayaan dari peternak kepada koperasi. Kedua, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari tingkat kepercayaan terhadap loyalitas dari peternak kepada koperasi, dan ketiga, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari loyalitas peternak kepada koperasi terhadap kinerja dari koperasi. Obyek dari penelitian ini adalah sejumlah peternak dan koperasi susu yang berolaksi di Kabupaten Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan data primer yang dikumpulkan melalui pengisian kuesioner tertutup berskala Likert 1 sampai dengan 5 oleh sejumlah peternak dan pengurus koperasi. Total peternak yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah 140; 70 orang diantaranya merupakan peternak dari Kabupaten Pasuruan dan 70 orang diantaranya merupakan peternak dari Kabupaten Malang dan total pengurus yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah 21 orang yang berasal dari 7 koperasi susu yang berbeda. Data hasil pengisian kuesioner diolah dengan bantuan software SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kabupaten memiliki kondisi yang sama yaitu kolaboratif komunikasi dan kepuasan harga berpengaruh positif secara signifikan terhadap tingkat kepercayaan peternak kepada koperasi, Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan berpengaruh positif secara signifikan terhadap loyalitas peternak, dan loyalitas peternak berpengaruh positif secara signifikan terhadap kinerja keuangan dan non-keuangan dari koperasi.*

**Kata Kunci:** kolaborasi komunikasi, tingkat ketergantungan, kepuasan harga, tingkat kepercayaan, loyalitas, kinerja koperasi, Pasuruan, Malang

### **1. PENDAHULUAN**

Susu merupakan salah satu produk agrobisnis yang penting bagi Indonesia. Saat ini, produksi susu belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga peningkatan kebutuhan susu dalam negeri harus dicukupi melalui impor susu dan produk terkait dari sejumlah negara. Rendahnya produksi susu dalam negeri, bahkan cenderung mengalami penurunan, merupakan indikasi dari masih buruknya kinerja rantai pasok susu di Indonesia (DGLH, 2011). Secara spesifik, rantai pasok susu di Indonesia memiliki tiga aktor utama, yaitu produser yang terdiri dari peternak perorangan and peternak perusahaan, pembeli yang terdiri dari koperasi susu lokal dan industri pengolah susu, serta konsumen. Peternak perorangan atau peternak perusahaan umumnya menyetorkan atau menjual susunya kepada koperasi untuk diolah dan selanjutnya, koperasi menjual susu yang telah diolah tersebut kepada industri pengolah susu untuk dijadikan berbagai produk akhir sebelum didistribusikan kepada konsumen. Produser susu di Indonesia didominasi oleh peternak perorangan. Sebagai contoh, di Jawa Timur, 94 persen dari sapi perah dimiliki oleh peternak perorangan. Sebagian besar peternak perorangan tersebut menjual susunya kepada koperasi lokal dan hanya sedikit yang menjual susunya kepada industri pengolah susu. Walaupun jumlah sapi yang dimiliki oleh peternak perorangan mendominasi rantai pasok di Jawa Timur, apabila dibandingkan, peternak perusahaan memainkan peranan lebih besar dibandingkan dengan peternak perorangan; dalam hal ini, total jumlah susu yang diproduksi oleh peternak perusahaan meningkat lebih cepat dibandingkan dengan total jumlah susu yang diproduksi oleh peternak individu. Terkait dengan jumlah koperasi, saat ini kurang lebih terdapat 220 koperasi susu di Indonesia yang beranggotakan kurang lebih sebanyak 100.000 peternak. Setiap koperasi merupakan anggota dari Gabungan Koperasi Susu Indonesia atau GKSI.

Hasil studi pendahuluan atas kondisi umum dari rantai pasok susu di Indonesia dapat dijelaskan sebagai berikut. Koperasi susu memberikan pihak yang penting bagi peternak karena adanya sejumlah layanan yang diberikan oleh koperasi kepada peternak. Termasuk dalam layanan tersebut adalah layanan

untuk bibit sapi perah dan pakan, pengumpulan susu, pemeriksaan kualitas susu, dan pembayaran kepada peternak. Pemberian layanan tersebut tidak secara otomatis menyebabkan koperasi memiliki tanggung jawab utama untuk kegiatan operasional sehari-hari dari peternakan. Kegiatan operasional sehari-hari dari peternakan merupakan tanggung jawab peternak yang merupakan anggota dari suatu koperasi dan peternak tetap merupakan pihak independen yang dapat memutuskan segala sesuatu tentang bisnis peternakan mereka. Kondisi ini menyebabkan koperasi tidak mampu untuk mengontrol kualitas dan kuantitas susu yang dihasilkan oleh peternak. Koperasi hanya mengumpulkan susu segar, memprosesnya dan memasarkannya kepada industri pemrosesan susu. Saat ini, koperasi adalah pembeli terbesar dari susu yang dihasilkan oleh peternak dan walaupun tanpa kontrak formal yang jelas, pada dasarnya, seluruh peternak memiliki kewajiban untuk menjual susunya kepada koperasi dimana mereka menjadi anggota. Disamping merupakan kewajiban bagi peternak untuk menyetorkan susunya kepada koperasi dimana mereka menjadi anggota, seringkali tidak dimungkinkan bagi peternak untuk menjual susunya kepada koperasi lainnya (bukan tempat peternak menjadi anggota) karena kendala jarak atau menjual susunya langsung kepada industri pengolah susu karena jumlahnya terlalu sedikit. Kondisi ini mengindikasikan adanya ketergantungan dari peternak kepada koperasi dalam hal penjualan susu, yang menyebabkan koperasi memiliki posisi monopoli dalam menentukan harga susu di level peternak. Peternak mungkin akan memperoleh harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang diperolehnya dari koperasi jika peternak dapat menjual susunya langsung kepada industri pengolah susu. Selanjutnya, untuk mendorong pengelolaan ternak yang lebih baik sehingga dapat menghasilkan kualitas susu yang lebih baik, koperasi seringkali menggunakan insentif harga kepada peternak. Saat ini, kualitas susu yang dihasilkan oleh peternak masih dibawah nilai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan hanya 12 persen dari susu yang dihasilkan oleh peternak yang memenuhi standar tersebut (Morey, 2011; Yusdja et al, 1999; Daud 2015).

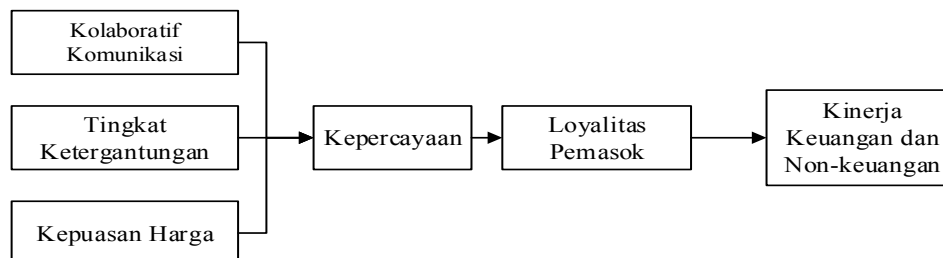
Secara ringkas, berdasarkan pada pemaparan dalam paragraf diatas, kondisi yang terjadi antara peternak dan koperasi susu dapat digambarkan sebagai berikut. Hubungan antara peternak perorangan dan koperasi dapat dilihat sebagai hubungan antara penjual and pembeli yang tidak memiliki kontrak perjanjian yang sah secara hukum antara keduanya. Di pihak koperasi susu, walaupun tanpa kontrak formal yang sah secara hukum, koperasi mengharapkan peternak dapat menjalankan peternakannya dengan baik sehingga dapat dapat memberikan susu dengan kualitas dan kuantitas tertentu. Dipihak lain, peternak juga mengharapkan agar koperasi dapat membantu kesejahteraan mereka dengan memberikan mereka harga yang baik. Kondisi yang terjadi antara peternak dan koperasi susu mengindikasikan bahwa kedua belah pihak harus mampu meningkatkan kualitas hubungan diantara mereka. Menurut Boniface dkk (2012), kualitas hubungan yang baik antara peternak dan koperasi susu dapat menjamin kontinuitas pasokan susu dengan kualitas dan harga yang baik yang pada akhirnya akan meningkatkan kinerja dari rantai pasok susu secara keseluruhan. Membangun hubungan yang baik dengan bekerja secara lebih dekat dengan produser merupakan cara bagi koperasi untuk mencegah terjadinya perilaku berpindah dari peternak ke koperasi lain dan juga merupakan cara bagi koperasi untuk mendapatkan pasokan susu secara terus menerus dan berkesinambungan (Rauyruen and Miller, 2007). Salah satu konsep yang penting untuk mencegah terjadinya perilaku berpindah dari peternak dari satu koperasi ke koperasi lainnya adalah konsep loyalitas dari pemasok. Konsep ini penting bagi koperasi karena, pemasok yang loyal akan selalu bersama dengan partner bisnisnya (Rowley, 2005). Untuk menerangkan konsep loyalitas dari pemasok kepada pembelinya atau konsep loyalitas dari peternak kepada koperasi, dalam studi ini, pemasok yang loyal didefinisikan sebagai motivasi dari peternak untuk secara terus menerus menyetor susunya dan menjalin hubungan jangka panjang dengan pembeli mereka. Definisi ini digunakan pula oleh Boniface dkk (2012) untuk mendefinisikan loyalitas pemasok pada industri susu di Malaysia.

Dalam hubungan bisnis dengan bisnis, loyalitas akan mendorong terbentuknya hubungan jangka panjang dengan lawan bisnis (Rauyruen and Miller, 2007) dan meningkatkan keberlanjutan bisnis di masa yang akan datang (Caceres and Paparoidamis, 2005). Secara spesifik, dalam konteks agribisnis, mendapatkan, mengelola, dan mempertahankan pemasok yang loyal akan memberikan sejumlah keuntungan kepada prosesor, seperti diperolehnya pemasok yang lebih konsisten, rendahnya biaya transaksi, meningkatnya efisiensi, dan berkurangnya kehilangan pasca panen terutama untuk produk-produk yang cepat rusak seperti susu (Batt, 2003). Terkait dengan loyalitas dari pemasok, menurut Berry (1993) kepercayaan merupakan dasar untuk terbentuknya loyalitas. Kepercayaan didefinisikan oleh Moorman dkk (1993) sebagai kesediaan untuk mengandalkan pada partner yang ia percayai. Selanjutnya, menurut Boniface dkk (2010), terdapat sejumlah faktor yang akan menentukan besarnya kepercayaan dari peternak kepada koperasi, yaitu kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, dan kepuasan harga. Selanjutnya, hasil penelitiand dari Boniface dkk (2012) menunjukkan bahwa mendapatkan pemasok yang loyal akan mendorong pada peningkatan kinerja secara finansial dan non finansial. Menurut O'toole dan Donaldson (2000), kinerja kinerja sangat erat kaitannya dengan perolehan secara ekonomi seperti tingkat

pengembalian barang modal, biaya untuk berbagi (*cost sharing*), dan keuntungan dalam jangka panjang; sedangkan, kinerja non-finansial sangat erat hubungannya dengan stabilitas dan fleksibilitas suatu hubungan. Dengan demikian, berdasarkan hubungan antara faktor-faktor yang mendorong terbentuknya kepercayaan serta hubungan antara kepercayaan, loyalitas, dan peningkatan kinerja, maka studi ini memiliki sejumlah tujuan. Pertama, mengukur besarnya pengaruh dari kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, dan kepuasan harga terhadap kepercayaan. Kedua, mengukur besarnya pengaruh kepercayaan terhadap loyalitas, dan ketiga, mengukur besarnya pengaruh loyalitas terhadap peningkatan kinerja finansial dan non-finansial. Obyek dari studi ini adalah rantai pasok susu di Jawa Timur yang diwakili oleh dua buah kabupaten, yaitu Kabupaten Malang dan Kabupaten Pasuruan Jawa Timur merupakan salah satu provinsi penghasil susu utama di Indonesia dan di provinsi tersebut, produksi susu terkonsentrasi di Kabupaten Pasuruan dan Malang.

## 2. STUDI PUSTAKA

Studi ini menggunakan dua buah model konseptual yang dikembangkan oleh Boniface dkk (2010) dan Boniface dkk (2012). Pada tahun 2010, Boniface dkk mengembangkan model konseptual yang menggambarkan hubungan antara faktor-faktor yang merupakan anteseden dari kepercayaan (kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, kesamaan budaya, dan kepuasan harga) terhadap tingkat kepercayaan dan loyalitas dari peternak. Pada tahun 2012, Boniface dkk mengembangkan model konseptual yang menggambarkan hubungan antara kepuasan harga, loyalitas, dan peningkatan kinerja bisnis. Menggabungkan kedua model konseptual tersebut, studi ini akan mengidentifikasi besarnya pengaruh dari faktor-faktor yang merupakan anteseden dari kepercayaan terhadap tingkat kepercayaan, serta mengukur besarnya pengaruh dari kepercayaan terhadap loyalitas dan loyalitas terhadap peningkatan kinerja finansial maupun non-finansial. Secara grafis, model konseptual yang digunakan dalam studi ini dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam model konseptual tersebut, kesamaan budaya tidak dimasukkan sebagai faktor anteseden untuk terbentuknya kepercayaan antara peternak dan koperasi. Hal ini disebabkan karena tidak ada perbedaan budaya yang signifikan antara peternak dan koperasi di Kabupaten Malang dan Pasuruan. Secara rata-rata, peternak dan koperasi didominasi oleh orang-orang setempat. Berbeda dengan Malaysia (yang merupakan tempat studi dari Boniface dkk (2010)), tidak hanya bangsa Melayu yang tinggal di Malaysia tetapi juga bangsa India dan Cina. Produser susu di Semenanjung Malaysia banyak didominasi oleh orang-orang Malaysia yang berasal dari keturunan India (Boniface dkk, 2010).



**Gambar 1. Model Konseptual**

Berdasarkan model konseptual tersebut, sejumlah hipotesis yang digunakan dalam studi ini dapat diuraikan sebagai berikut

- H1: Kolaboratif komunikasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepercayaan peternak kepada koperasi.
- H2: Tingkat ketergantungan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepercayaan peternak kepada koperasi
- H3: Kepuasan harga berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepercayaan peternak sapi perah kepada koperasi
- H4: Kepercayaan berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas dari peternak kepada koperasi
- H5: Loyalitas peternak berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan kinerja finansial dan non-finansial koperasi

### 3. METODE PENELITIAN

#### a) Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peternak sapi dan seluruh koperasi yang ada di Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Malang. Menurut Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, jumlah sapi perah yang ada di Provinsi Jawa Timur mencapai 253.830 ekor. Jumlah ini mengindikasikan bahwa lebih dari 50% populasi sapi ternak perah berada di Provinsi Jawa Timur. Secara geografis, peternak sapi perah di Provinsi Jawa Timur terkonsentrasi di dua Kabupaten yaitu Kabupaten Malang dan Kabupaten Pasuruan. Menurut Kepala Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Malang, secara rata-rata, Kabupaten Malang mampu memproduksi susu segar 3.900 ton per tahun; adapun menurut Kepala Dinas Peternakan Kabupaten Pasuruan, secara rata-rata, Kabupaten Pasuruan mampu memproduksi susu segar sebanyak 98.000 ton per tahun. Menurut Dinas Koperasi Kabupaten Malang, koperasi susu yang terdapat di Kabupaten Malang antara Koperasi Unit Desa (KUD) Dau, KUD Jabung, dan KUD Karang Ploso. Adapun menurut Kepala Bidang Usaha Dinas Peternakan Kabupaten Pasuruan, koperasi susu yang terdapat di Kabupaten Pasuruan antara lain Koperasi Usaha Tani Ternak (KUTT) Suka Makmur Kecamatan Grati, KUD Dadi Jaya Kecamatan Purwodadi, KUD Sembada, dan Koperasi Serba Usaha (KSU) Setia Baru Kecamatan Tutur.

Studi ini menggunakan aturan dari Structural Equation Modelling (SEM) dengan metode PLS untuk menentukan jumlah sampel, yaitu sepuluh kali jumlah variabel (Roscoe, 1975 dalam Sekaran, 2006). Berdasarkan hal tersebut, dengan jumlah variabel sebanyak enam buah (kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, kepuasan harga, kepercayaan, loyalitas, dan kinerja keuangan dan non-keuangan), penelitian ini membutuhkan minimal 60 sampel. Untuk mengantisipasi adanya data yang eror, dalam studi ini, jumlah sampel yang diambil di tiap Kabupaten dilebihkan sepuluh dari nilai minimal atau sebanyak 70 peternak di tiap kabupaten. Adapun jumlah koperasi susu yang menjadi sampel akan disesuaikan dengan keanggotaan dari peternak yang menjadi sampel penelitian.

#### b) Instrumen penelitian

Terdapat 35 item pernyataan yang digunakan dalam studi ini. Secara rinci, item-item pernyataan yang digunakan dalam studi ini dapat dilihat pada Tabel 2. Item-item pernyataan ini dikembangkan dari berbagai sumber, antara lain, Boniface dkk (2010), Boniface dkk (2012), Matzler et al. (2006), Sako (1998), Kohli and Jensen (2010), serta O'Toole and Donaldson (2000). Adapun skala pengukuran yang digunakan untuk seluruh item pernyataan adalah Skala Likert 1 sampai dengan 5; dari sangat tidak setuju sekali sampai dengan sangat setuju sekali.

#### c) Teknik pengolahan data

Data hasil pengisian kuesioner diolah dengan menggunakan Partial Least Square (PLS) yang dibantu oleh software SmartPLS.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a) Karakteristik Responden

Karakteristik dari 70 responden di Kabupaten Pasuruan dan Malang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian**

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian						
No	Informasi Umum Responden	Kabupaten Pasuruan		Kabupaten Malang		
		Frekuensi (Orang)	Persentase (%)	Frekuensi (Orang)	Persentase (%)	
1	Jenis Kelamin					
	(1) Pria	59	84%	59	84%	
	(2) Wanita	11	16%	11	16%	
	Jumlah	70	100%	70	100%	
2	Nama Tempat Menjual Susu					
	KUTT Suka Makmur	20	29%	KUD Karangploso	4	34%
	KUD Dadi Jaya	11	16%	KUD Dau	3	33%
	KSU Tunas Setia Baru	20	29%	KAN Jabung	3	33%
	KUD Sembada	19	27%			
	Jumlah	70	100%	70	100%	
3	Usia					
	0-30 Tahun	16	23%	12	17%	

No	Informasi Umum Responden	Kabupaten Pasuruan		Kabupaten Malang		
		Frekuensi (Orang)	Persentase (%)	Frekuensi (Orang)	Persentase (%)	
	31-40 Tahun	21	30%	15	21%	
	41-50 Tahun	21	30%	22	31%	
	51-60 Tahun	8	11%	20	29%	
	>60 Tahun	4	6%	1	1%	
	Jumlah	70	100%	70	100%	
	4	Jumlah Kepemilikan Sapi				
1-5 ekor		48	69%	49	70%	
6-10 ekor		17	24%	20	29%	
11-15 ekor		4	6%	1	1%	
>15 ekor		1	1%	0	0%	
Jumlah		70	100%	70	100%	
5	Lama Menjadi Peternak					
	0-10 Tahun	34	49%	19	27%	
	11-20 Tahun	23	33%	27	39%	
	21-30 Tahun	11	16%	19	27%	
	>30 Tahun	2	3%	5	7%	
	Jumlah	70	100%	70	100%	
6	Data Umum Koperasi					
	(1) Pria	5	20%	17	81%	
	(2) Wanita	21	80%	4	19%	
	Jumlah	26	100%	21	100%	
7	Pos Penampungan					
	KUTT Suka Makmur	4	15%	KUD Karangploso	2	9%
	KUD Dadi Jaya	5	20%	KUD Dau	9	43
	KSU Tunas Setia Baru	13	50%	KAN Jabung	10	48%
	KUD Sembada	4	15%			
	Jumlah	26	100%	21	100%	

#### b) Hasil Pengujian Validitas dan Reliabilitas

Pengujian validitas dan reliabilitas dilakukan sebanyak dua kali. Pertama, pengujian validitas dan reliabilitas dilakukan pada 30 responden. Tujuan dari pengujian validitas dan reliabilitas ini untuk pengujian atas instrumen penelitian yang digunakan (*initial questionnaire*). Pengujian validitas pada tahap pertama ini dilakukan dengan membandingkan nilai *r*-hitung dengan nilai kritisnya. Dalam hal ini, nilai kritis untuk taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dan jumlah sampel sebanyak 70 responden adalah 0,235. Suatu item dianggap tidak valid apabila nilai *r*-hitungnya lebih kecil dari 0,235. Berdasarkan hal ini, terdapat satu indikator pada Kabupaten Pasuruan yang tidak valid yaitu koperasi tidak membedakan harga yang diberikan kepada setiap peternak (PS10). Adapun pada Kabupaten Malang, terdapat lima indikator yang tidak valid yaitu: (i) persetujuan peternak atas hasil pemeriksaan kualitas (nilai kandungan lemak, dll) yang digunakan oleh koperasi untuk menentukan harga dari hasil susu (PS1); (ii) kesesuaian harga susu dengan kualitas susu ditawarkan (PS4); (iii) konsistensi harga yang ditawarkan dan apabila ada perubahan maka perubahan tersebut tidak terlalu signifikan (PS8); (iv) tidak ada perbedaan antara harga yang diberikan kepada saya ataupun kepada peternak lain (PS10); serta (v) koperasi memberikan perhatian yang baik terhadap kesejahteraan saya, bagaimanapun kondisi dari koperasi saat itu (TR6). Setelah membuang indikator-indikator yang tidak valid, seluruh konstruk menunjukkan reliabilitas yang baik dengan nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0.6.

Setelah membuang item-item yang tidak valid, studi ini mempunyai satu buah kuesioner baru yang disebut dengan kuesioner akhir (*final questionnaire*) yang siap disebarikan kepada 70 peternak di masing-masing kabupaten. Selanjutnya, pengujian validitas dan reliabilitas atas data yang diperoleh dari 70 peternak di masing-masing kabupaten dilakukan dengan menggunakan teknik PLS dan dikenal dengan nama evaluasi outer model. Pada evaluasi outer model, pengujian validitas dibedakan menjadi uji validitas konvergen (*convergent validity test*) dan uji validitas diskriminan (*discriminant validity test*). Adapun pengujian reliabilitas dilakukan melalui uji komposit reliabilitas (*composite reliability test*). Uji validitas konvergen mengukur korelasi antara variabel manifes / indikator dengan variabel laten yang dinilai berdasarkan korelasi antara skor item dengan skor konstruk yang diestimasi. Hal ini dapat dilihat dari nilai *loading factor* setiap indikator. Nilai *loading factor* antara 0,5 – 0,6 dianggap cukup memadai pada penelitian tahap awal (Chin, 1998). Menurut Igbaria dkk (1995), *loading factor* seharusnya lebih besar atau sama dengan 0.5. Pengujian validitas diskriminan dilakukan untuk memastikan bahwa setiap konsep dari masing-masing variabel laten berbeda dengan variabel lainnya. Pengujian validitas diskriminan didasarkan pada nilai *cross loading* dari variabel manifes terhadap

masing-masing variabel laten. Apabila korelasi antara variabel manifes dengan setiap variabel latennya lebih besar dari pada korelasinya dengan variabel manifes lainnya, maka variabel manifes tersebut dikatakan merupakan indikator yang lebih baik untuk suatu variabel laten dibandingkan dengan variabel laten lainnya (Henseler dkk, 2009). *Composite reliability* merupakan koefisien yang menjelaskan reliabilitas dari suatu konstruk. Menurut Chin (1998), suatu konstruk memiliki reliabilitas yang memadai apabila nilai komposit reliabilitasnya lebih besar dari 0,7. Secara rinci, hasil dari uji validitas konvergen dan komposit reliabilitas dari kuesioner akhir dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini. Adapun hasil pengujian validitas diskriminan tidak ditampilkan dalam makalah ini. Namun demikian, hasil pengujian validitas diskriminan menunjukkan bahwa, pada setiap konstruk, korelasi antara variabel manifes dengan setiap variabel latennya sudah lebih besar dari pada korelasinya dengan variabel laten lainnya.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Validitas Konvergen dan Komposit Reliabilitas dari Kuesioner Akhir**

Konstruk / Indikator	Kabupaten Pasuruan		Kabupaten Malang	
	Final Loading factor	Composite Reliability	Final Loading factor	Composite Reliability
Kolaboratif komunikasi				
Koperasi memberikan informasi berkaitan dengan peternakan dan pemrosesan susu secara teratur kepada saya (CC1)	0.886	0.927	0.914	0.917
Saya dan Koperasi berdiskusi tentang bagaimana cara menghasilkan susu dengan kualitas yang tinggi (CC2)	0.896		0.884	
Saya dan Koperasi saling bertukar informasi terhadap kondisi yang sedang saya alami maupun Koperasi alami bekaitan dengan peternakan dan pemrosesan susu (CC3)	0.916		0.861	
Tingkat ketergantungan				
Saya menjual hasil susu saya kepada Koperasi yang sama karena tidak ada Koperasi lain (PD1)	0.921	0.939	0.873	0.864
Semua informasi tentang produksi susu di berikan hanya oleh koperasi (PD2)	0.908		0.786	
Saya tidak dapat memilih Koperasi lain karena jarak Koperasi lain terlalu jauh (PD3)	0.917		0.813	
Kepuasan harga				
Saya setuju dengan hasil pemeriksaan kualitas (nilai kandungan lemak, dll) yang digunakan oleh Koperasi untuk menentukan harga dari hasil susu saya (PS1)	0.830	0.918	dropped	0.897
Koperasi yang saya pilih selalu terbuka kepada saya perihal harga susu (PS2)	0.764		0.814	
Informasi harga yang dijelaskan Koperasi dapat dipahami dengan jelas (PS3)	0.712		0.678	
Saya mendapatkan harga susu sesuai dengan kualitas susu yang saya tawarkan (PS4)	dropped		dropped	
Koperasi telah memberikan tawaran harga yang adil dan wajar terhadap susu yang saya tawarkan (PS5)	0.828		0.824	
Saya mendapatkan harga yang menguntungkan ketika saya menjual hasil susu saya pada Koperasi (PS6)	dropped		0.749	
Saya melakukan perbandingan harga terhadap setiap Koperasi sebelum menjual produk ke Koperasi yang saya pilih (PS7)	0.664		0.551	
Harga yang ditawarkan Koperasi konsisten, apabila ada perubahan tidak terlalu signifikan (PS8)	0.688			
Koperasi selalu memberikan informasi perubahan harga setiap kali ada perubahan	0.829		0.822	

Konstruk / Indikator	Kabupaten Pasuruan		Kabupaten Malang	
	Final Loading factor	Composite Reliability	Final Loading factor	Composite Reliability
(PS9)				
Koperasi tidak membedakan harga yang diberikan kepada saya ataupun peternak lain (PS10)	dropped		dropped	
Dalam proses penentuan harga tidak ada penyalahgunaan jabatan dari Koperasi dalam penentuan harga (PS11)	0.788		0.748	
Kepercayaan				
Pada saat saya mempunyai kesulitan berkaitan dengan peternakan dan pemrosesan susu, Koperasi memberikan respon terhadap keluhan yang saya sampaikan (TR1)	0.847	0.930	0.742	0.909
Koperasi tetap memberikan bantuan (pakan, pinjaman uang, dll) kepada saya meskipun kondisi peternakan saya kurang baik (masa kering, dll) (TR2)	0.777		0.694	
Pada saat saya menceritakan masalah saya, Koperasi merespon dengan pengertian (TR3)	0.868		dropped	
Ketika ternak saya tidak dapat menghasilkan susu yang banyak, saya dapat bergantung kepada Koperasi untuk memberikan jalan keluar (TR4)	0.805		0.871	
Koperasi selalu menepati perjanjian yang telah disepakati (TR5)	0.849		0.729	
Koperasi memberikan perhatian yang baik terhadap kesejahteraan saya bagaimanapun kondisi dari Koperasi saat itu (TR6)	dropped		dropped	
Saya percaya terhadap semua yang diberitahukan Koperasi kepada saya, meskipun saya baru pertama kali mendengarnya (TR7)	0.639		0.667	
Koperasi selalu memberikan informasi yang akurat kepada peternak (TR8)	0.861		0.824	
Setiap proses jual beli dilakukan, Koperasi selalu memberikan saran kepada saya dalam segi manajemen penanganan susu sapi karena Koperasi lebih ahli dalam menangani masalah terkait susu (TR9)	dropped		0.829	
Loyalitas pemasok				
Saya mengajak peternak lain untuk mencari bantuan/ menjual hasil susu ke Koperasi yang saya pilih (SL1)	0.763	0.869	0.775	0.851
Dalam kondisi bagaimanapun saya selalu menjual produk susu saya ke Koperasi yang sama (SL2)	0.892		0.768	
Saya merasa Koperasi yang ada (yang saya pilih) lebih baik dari Koperasi lain (SL3)	0.830		0.883	
Kinerja keuangan dan non-keuangan				
Menurut Saya semakin loyal peternak terhadap Koperasi membuat Koperasi memberikan penetapan harga yang lebih baik kepada peternak (FP 1)	0.834	0.967	0.837	0.946
Menurut Saya semakin loyal peternak terhadap Koperasi, semakin meningkat pula penjualan dari Koperasi (FP 2)	0.923		0.901	
Menurut Saya semakin loyal peternak terhadap Koperasi mempengaruhi penjualan susu kepada IPS sehingga koperasi mendapatkan keuntungan jangka panjang	0.910		0.902	

Konstruk / Indikator	Kabupaten Pasuruan		Kabupaten Malang	
	Final Loading factor	Composite Reliability	Final Loading factor	Composite Reliability
(FP 3)				
Menurut Saya semakin loyal peternak terhadap Koperasi semakin besar keuntungan yang Koperasi peroleh sehingga semakin cepat tingkat pengembalian modal yang ditanamkan Koperasi (FP 4)	0.947		0.816	
Semakin loyal peternak dengan Koperasi, maka semakin mudah/ fleksibel Koperasi untuk mengatur jumlah susu yang harus dibeli kepada peternak (NFP 1)	0.929		0.727	
Semakin loyal peternak dengan Koperasi, semakin cepat Koperasi memenuhi permintaan IPS (NFP 2)	0.922		0.935	

**c) Hasil Pengujian Model Struktural (Inner Model)**

Hasil pengujian model struktural atau *inner model* dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi  $R^2$ , goodness of Fit (GoF), nilai  $Q^2$  dan nilai *effect size* ( $f^2$ ). Secara rinci, nilai determinasi  $R^2$  dan GoF dari hasil dari pengujian model struktural dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3. Nilai Determinasi  $R^2$  dan GoF dari Hasil dari Pengujian Model Struktural**

	Kabupaten Pasuruan		Kabupaten Malang	
	$R^2$	GoF	$R^2$	GoF
Kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, kepusasan harga → Kepercayaan	0.851		0.814	
Kepercayaan → Loyalitas Pemasok	0.651		0.640	
Loyalitas Pemasok → Kinerja keuangan dan non-keuangan	0.510		0.378	
Secara keseluruhan		0.701		0.638

Nilai  $R^2$  untuk kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, kepusasan harga terhadap kepercayaan adalah 0.851 untuk Kabupaten Pasuruan dan 0.814 untuk Kabupaten Pasuruan. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor kolaboratif komunikasi, tingkat ketergantungan, dan kepusasan dapat menjelaskan perubahan tingkat kepercayaan dari peternak kepada koperasi sebesar 85.% dan 81.4%. Kepercayaan dapat menjelaskan perubahan tingkat loyalitas dari peternak sapi kepada koperasi sebesar 65,1% di Kabupaten Pasuruan dan sebesar 64% di Kabupaten Malang. Selanjutnya, loyalitas dari peternak kepada koperasi dapat menjelaskan perubahan kinerja keuangan dan non keuangan dari koperasi sebesar 51% di Kabupaten Pasuruan dan sebesar 37,8% di Kabupaten Malang. Adapun nilai GoF digunakan untuk mengevaluasi model struktural dan pengukuran secara keseluruhan. Kisaran nilai GoF adalah antara 0 sampai dengan 1, dimana nilai 0.1 menunjukkan GoF yang kecil, nilai 0.25 menunjukkan GoF yang moderat, dan nilai 0.36 menunjukkan GoF yang besar (Tenenhaus, 2005). Nilai GoF pada Kabupaten Pasuruan dan Malang lebih besar dari 0.36 dan hal ini mengindikasikan adanya kecocokan model yang besar.

Kriteria lain untuk mengukur model struktural adalah *Q-Square predictive relevance* ( $Q^2$ ). Nilai ini akan mengukur seberapa baik nilai observasi yang dihasilkan oleh model dan juga estimasi parameternya. Nilai  $Q^2$  lebih besar dari 0 menunjukkan model memiliki *predictive relevance*; sebaliknya nilai  $Q^2$  lebih kecil atau sama dengan 0 menunjukkan model kurang memiliki *predictive relevance* (Chin, 1998). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai  $Q^2$  untuk Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Malang lebih besar dari 0, sehingga dapat disimpulkan bahwa model memiliki *predictive relevance* yang baik untuk kedua kabupaten. Selanjutnya, nilai *effect size* ( $f^2$ ) menunjukkan apakah variabel laten endogen memiliki pengaruh yang besar terhadap variabel laten eksogen. Menurut Vinzi dkk (2010) nilai  $f^2$  sebesar 0,02 menunjukkan pengaruh variabel laten eksogen yang lemah, nilai  $f^2$  sebesar 0,15 menunjukkan pengaruh variabel laten eksogen moderat dan nilai  $f^2$  sebesar 0,35 menunjukkan pengaruh variabel laten eksogen yang kuat. Hasil perhitungan nilai  $f^2$  untuk Kabupaten Pasuruan dan Malang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai  $f^2$  untuk Kabupaten Pasuruan dan Malang**

Nilai $f^2$	Kabupaten Pasuruan	Kabupaten Malang	Keterangan
-------------	--------------------	------------------	------------



	Kepercayaan	Kepercayaan	
Kolaboratif komunikasi	0,282	0,141	Moderat
Tingkat ketergantungan	0,001	0,025	Lemah
Kepuasan Harga	0,867	0,691	Baik

**d) Hasil Pengujian Hipotesis**

Secara rinci, hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

**Tabel 5. Hasil Pengujian Hipotesis**

Hipotesis		Kabupaten Pasuruan			Kabupaten Malang			Hasil
		<i>Path coefficient</i>	<i>T-Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Path coefficient</i>	<i>T-Stat</i>	<i>P-value</i>	
H1	Kolaboratif komunikasi → kepercayaan (+)	0,370	3,242	0,001	0,289	3,048	0,002	Diterima
H2	Tingkat ketergantungan → kepercayaan (-)	-0,013	0,256	0,798	-0,083	1,599	0,110	Ditolak
H3	Kepuasan harga → kepercayaan (+)	0,593	4,612	0,000	0,605	7,430	0,000	Diterima
H4	Kepercayaan --> Loyalitas pemasok (+)	0,807	11,082	0,000	0,800	9,807	0,000	Diterima
H5	Loyalitas pemasok → Kinerja keuangan dan non-keuangan (+)	0,714	6,980	0,000	0,615	3,121	0,002	diterima

Baik pada Kabupaten Pasuruan maupun Kabupaten Malang, hanya satu hipotesis yang ditolak yaitu hipotesis dua. Hipotesis ini tidak signifikan di kedua kabupaten yang menjadi obyek penelitian.

## 5. KESIMPULAN

Secara singkat, hasil studi ini menunjukkan kondisi yang sama antara Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Malang. Pada kedua kabupaten tersebut, kolaboratif komunikasi dan kepuasan harga merupakan dua faktor yang memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap terbentuknya tingkat kepercayaan dari peternak kepada koperasi. Meningkatnya tingkat kepercayaan peternak kepada koperasi akan menjadikan peternak semakin loyal kepada koperasi yang pada akhirnya akan memiliki dampak positif terhadap koperasi berupa peningkatan kinerja keuangan maupun non-keuangan. Penelitian ini gagal untuk membuktikan bahwa tingkat ketergantungan akan berdampak negatif secara signifikan pada kepercayaan peternak terhadap koperasi.

## PUSTAKA

- Batt, P.J. (2003). "Building trust between growers and market agents," *Supply Chain Management: an International Journal*, vol.8, no.1, pp. 65-78.
- Berry, L.L. (1983), "Relationship marketing," in *Emerging Perspectives on Services Marketing*, L. Berry, G.L. Shostack, and G.D. Upah, eds. Chicago: American Marketing Association, pp.25-28
- Boniface, B., Gyau, A., dan Stringer, R. (2012). "Linking price satisfaction and business performance in Malaysia's dairy industry", *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, vol.24, no.2, pp.288-304.
- Boniface, B., Gyau, A., Stringer, R. dan Umberger, W. (2010). "Building producer loyalty in Malaysia's fresh milk supply chain", *Australasian Agribusiness Review*, vol.18, no.5, pp. 1-19.
- Caceres, R.C., Paparoidamis, N.G. (2005). "Service quality, relationship satisfaction, trust, commitment and business-to-business loyalty," *European Journal of Marketing*, vol. 41, no. 7/8, pp.836- 867.
- Chin, W.W. (1998), "The partial least squares approach to structural equation modeling", in Marcoulides, G.A. (Ed.), *Modern Methods for Business Research*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, pp. 295–358
- Daud, A.R., Putro, U.S., dan Basri, M.H. (2015). "Risks in milk supply chain; a preliminary analysis on smallholder dairy production," *Livestock Research for Rural Development*, vol. 27, no. 7, pp. 1-14
- DGLAH 2011 Livestock Statistics Year 2011. Directorate General of Livestock and Animal Health, Indonesia Ministry of Agriculture. Jakarta
- Henseler, J., Ringle, C.M. dan Sinkovics, R.R. (2009). "The use of partial least squares path modeling in international marketing", *Advances in International Marketing*, vol.20, no.1, pp.277-319.
- Kohli, A.S., Jensen, J.B. (2010, January). "Assessing effectiveness of supply chain collaboration: an empirical study", *Supply Chain Forum: An International Journal*, vol.11, no.2, pp. 2-16
- Matzler, K., Würtele, A., and Renzl, B. (2006). "Dimensions of price satisfaction: a study in the retail banking industry", *International Journal of Bank Marketing*, vol.24, no.4, pp.216-231.
- Morey, P. (2011). "Dairy industry development in Indonesia," available at: [http://www1.ifc.org/wps/wcm/connect/93f48d00470e3bf883ffd7b2572104ea/Dairy+ Industry+ Development-2011.Pdf](http://www1.ifc.org/wps/wcm/connect/93f48d00470e3bf883ffd7b2572104ea/Dairy+Industry+Development-2011.Pdf) (accessed 10 August 2016)
- O'Toole, T., Donaldson, B. (2000). "Relationship governance structures and performance", *Journal of Marketing Management*, vol.16, no.4, pp.327-341.
- Rowley, J. (2005). "The four Cs of customer loyalty". *Marketing intelligence & planning*, vol. 23, no. 6, pp.574-581.
- Sako, M. (1998) "Does trust improve business performance?" In Lane, C., and Backman R. (Eds), *Trust Within and Between Organizations: Conceptual Issues and Empirical Application*, Oxford: Oxford University Press, pp. 88-117.
- Sekaran, U. (2006). *Metodologi penelitian untuk bisnis*. Jakarta: Salemba Empat.
- Tenenhaus, M., Vinzi, V.E., Chatelin, Y.M., dan Lauro, C. (2005). "PLS path modeling", *Computational Statistics & Data Analysis*, vol.48, no.1, pp. 159-205.
- Vinzi, V. E., Chin, W. W., Henseler, J., dan Wang, H. (Eds.). (2010). *Handbook of partial least squares: Concepts, methods and applications*. Springer Science & Business Media.
- Yusdja, Y., Sayaka, B. dan Riethmuller, P. (1999). "9. A study of cost structure of dairy co-operative and farmer incomes in East Java," *Livestock Industries of Indonesia prior to the Asian Financial Crisis*, vol. 85.

## **ANALISIS PREVENTIVE MAINTENANCE POLICY DAN REPAIR MAINTENANCE POLICY PADA MESIN METER ARUS STUDI KASUS PT.ABC SEMARANG**

**Muhammad Arman Awwiby<sup>1</sup>, Yusuf Widharto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: awwiby7@gmail.com

### **ABSTRAK**

*Proses penerimaan, penyimpanan serta pendistribusian merupakan aktivitas sehari – hari yang dilakukan oleh PT ABC Semarang. Salah satu sarana yang sangat vital dalam proses pendistribusian yaitu mesin meter arus. Mesin meter arus merupakan alat yang digunakan untuk mencatat tingkat pengeluaran barang dari tempat penimbunan ke truk yang akan mendistribusikan produk. Tingginya tingkat kegagalan operasi dari mesin meter arus menyebabkan lamanya pengisian barang dari tempat penimbunan ke truk distribusi karena produk yang dikeluarkan tidak bisa tercatat dengan baik, sehingga menimbulkan pemborosan dan ketidakefektifan waktu yang digunakan.*

*Demi menjaga Mesin meter arus agar dapat beroperasi dengan baik dilakukan perawatan setiap bulannya. Mengingat tingginya tingkat kegagalan operasi mesin meter arus dapat menimbulkan kerugian yang banyak bagi PT ABC, maka dari itu perlunya dilakukan penyusunan kebijakan perawatan yang efektif secara berkala agar tingkat kegagalan operasi mesin meter arus dapat diminimalisir dan biaya yang dibutuhkan untuk perawatan dapat diminimalkan. Dari hasil analisis dihasilkan bahwa biaya yang dibutuhkan apabila PT ABC menerapkan Repair Maintenance Policy adalah sebesar Rp 1.732.333,311 per periode (bulan) adapun bila menerapkan sistem Preventive Maintenance Policy biaya yang dikeluarkan per periode (bulan) adalah sebesar Rp 1.013.560,257*

**Kata Kunci:** *maintenance; preventive policy; repair policy*

### **1. PENDAHULUAN**

Kegiatan perusahaan di bidang Produksi, penyimpanan dan distribusi saat ini diusahakan seefisien mungkin. Hal ini memerlukan kerjasama di berbagai departemen yang ada di perusahaan tersebut. Salah satu faktor yang menentukan efisiensi dari kegiatan perusahaan adalah rendahnya tingkat kegagalan operasi mesin. PT ABC sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *Supply & Distribution untuk area Jawa Tengah* memiliki kegiatan utama yaitu penerimaan, penimbunan dan pendistribusian produk ke kota – kota yang ada di Jawa Tengah antara lain Kota Madya Semarang, Kabupaten Semarang, Kabupaten Kendal, Kabupaten Demak, Kabupaten Jepara, Kabupaten Pati, Kabupaten Kudus, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kota Madya Pekalongan, sebagian wilayah Kabupaten Blora dan sebagian wilayah Kabupaten Tegal. PT ABC memiliki peralatan yang memadai demi terwujudnya proses penerimaan, penimbunan serta pendistribusian yang baik. Proses penerimaan, penimbunan serta pendistribusian tidak lepas dari sarana fasilitas yang digunakan oleh PT ABC. Salah satu sarana yang sangat vital dalam proses pendistribusian yaitu Mesin Meter Arus. Mesin meter arus merupakan alat yang digunakan untuk mencatat tingkat pengeluaran produk dari tempat penimbunan PT ABC menuju truk distribusi sehingga kuantitas volume dimuat di truk dengan yang ditetapkan. Selama ini tingkat kegagalan operasi dari mesin meter arus yang cukup tinggi menyebabkan lamanya proses pengisian muatan ke truk sehingga menimbulkan pemborosan dan ketidakefektifan waktu yang digunakan.

Demi menjaga mesin meter arus agar dapat beroperasi dengan baik dilakukan perawatan setiap bulannya. Mengingat saat ini tingkat kegagalan operasi yang ada pada mesin meter arus yang menimbulkan kerugian yang banyak bagi PT ABC, maka dari itu perlunya dilakukan analisis terhadap kebijakan perawatan yang ada saat ini sehingga lebih efektif agar tingkat kegagalan operasi mesin meter arus dapat diminimalisir dan biaya yang dibutuhkan untuk perawatan dapat diminimalkan.

### **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut Jardine (1987) perawatan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Dengan mengacu pada

pengertian perawatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa masalah perawatan berkaitan dengan tindakan pencegahan dan perbaikan, yang dapat berupa tindakan berikut :

1. Pemeriksaan (*inspection*), yaitu tindakan pemeriksaan terhadap mesin atau sistem untuk mengetahui kondisi, apakah mesin atau sistem tersebut dalam keadaan yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan atau tidak.
2. Perawatan (*service*), yaitu tindakan untuk menjaga kondisi suatu sistem agar tetap baik. Biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian (*manual instruction*) sistem tersebut.
3. Penggantian komponen (*replacement*), yaitu melakukan penggantian komponen rusak dan tidak dapat dipergunakan dengan baik lagi. Penggantian ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan terlebih dahulu.
4. *Repair* dan *overhaul*, yaitu kegiatan melakukan perbaikan secara cermat serta melakukan suatu set-up sistem. Tindakan *repair* merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan setelah sistem mencapai kondisi gagal beroperasi (*failed shated*), sedangkan *overhaul* dilakukan sebelum *failed stated* terjadi.

Menurut Vincent (1992), perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka lebih intensif. Pada dasarnya terdapat dua (2) prinsip utama sistem perawatan yaitu :

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomis.
2. Menghindari kerusakan (*breakdown*) tidak terencana kerusakan tiba-tiba.

Menurut Smith (2004), aktivitas dalam *maintenance* pada umumnya diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance (repair maintenance)*.

#### 1. *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* merupakan kegiatan pemeriksaan dan/atau servis tugas yang telah direncanakan atau dijadwalkan untuk mempertahankan kemampuan fungsional peralatan operasi atau sistem demi terwujudnya target. Terdapat 3 alasan untuk melakukan *preventive maintenance*, yaitu untuk mencegah kegagalan, mendeteksi awal timbulnya kegagalan dan menemukan kegagalan yang tersembunyi (Smith, 2004).

*Preventive Maintenance* menurut Bloom (2006) terbagi dalam tiga kategori tugas yaitu sebagai berikut :

- a) *Time Directed Maintenance*  
*Time Directed Maintenance* merupakan suatu kegiatan perawatan pencegahan yang di dalamnya termasuk penggantian, *overhaul*, dan perbaikan komponen dengan mengingat pada periodisitas.
- b) *Condition Based Maintenance*  
*Condition Based Maintenance* merupakan perawatan pencegahan yang di dalamnya termasuk pengukuran, memonitor dan menganalisis suatu kondisi dari komponen untuk menentukan apakah kondisi tersebut mampu beroperasi atau akan gagal.
- c) *Failure Finding*  
*Failure Finding* merupakan suatu kegiatan perawatan pencegahan yang dilakukan untuk mencegah konsekuensi kegagalan pada level "*plant level*". *Failure Finding* ini mampu diaplikasikan pada kegagalan tersembunyi dan juga pada sistem keamanan serta komponen yang secara tidak normal beroperasi.

#### 2. *Corrective Maintenance*

Kegiatan perbaikan adalah sebuah strategi untuk memperbaiki komponen sekali mengalami kerusakan (Bloom, 2006). Tindakan yang dapat diambil adalah berupa penggantian komponen (*corrective replacement*), perbaikan kecil (*repair*) dan perbaikan besar (*overhaul*). Kegiatan pemeliharaan ini merupakan perbaikan yang dilakukan setelah mesin atau sistem mengalami kerusakan atau tidak dapat berfungsi dengan baik. Perawatan perbaikan ini lebih cenderung suatu tindakan yang tidak terjadwal

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data yang dilakukan meliputi Penentuan distribusi kerusakan mesin pada mesin meter arus PT.ABC selama bulan Januari 2016 hingga bulan Desember 2016. Perhitungan ini dilakukan dengan cara membagi jumlah kerusakan yang terjadi pada periode (bulan) tertentu dengan jumlah seluruh kerusakan mesin meter arus selama kurun waktu bulan Januari sampai Desember 2016. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Distribusi Frekuensi Kegagalan Operasi (*Breakdown*) Mesin Meter Arus**

Periode	Jumlah Kerusakan	Probabilitas <i>Breakdown</i>
Januari 2016	10	0,062
Februari 2016	21	0,130
Maret 2016	5	0,031
April 2016	6	0,037
Mei 2016	5	0,031
Juni 2016	8	0,049
Juli 2016	7	0,043
Agustus 2016	21	0,130
September 2016	16	0,099
Oktober 2016	17	0,105
November 2016	13	0,080
Desember 2016	33	0,204
Jumlah	162	

Proses selanjutnya adalah menentukan besarnya jumlah biaya perbaikan/*repair cost* (*Cr*) *Cost of Repair* (*Cr*) timbul akibat adanya komponen mesin meter arus yang rusak dan membutuhkan pergantian. Komponen mesin meter arus yang sering mengalami kerusakan dan pergantian adalah *spindle seal* dan *bearing*. Biaya *Cr* terdiri atas biaya tenaga kerja untuk melakukan kegiatan *maintenance* (*Cw*) dan biaya penggantian komponen yang dilakukan (*Cf*). Kegiatan penggantian gotri dilakukan oleh 4 orang petugas *outsourcing* dengan waktu standar maksimal yang dibutuhkan yaitu 3 jam dan gaji petugas *outsourcing* sebesar Rp. 8.896,875/jam. Sedangkan untuk setiap kerusakan membutuhkan 1 *spindle seal* dan 2 buah *bearing*, dengan harga satu *spindle seal* yaitu Rp. 200.000 dan satu *bearing* seharga Rp.160.996. Sehingga perhitungan *cost of repair* yaitu:

$$Cr = [(rerata waktu perbaikan \times jumlah tenaga kerja \times Cw) + Cf] \quad (1)$$

$$Cr = [(3 jam \times 4 \times 8.896,875) + 521.992]$$

$$Cr = Rp. 628.754,5/repair$$

Setelah besarnya *Cr* diketahui maka proses berikut adalah menentukan besarnya jumlah biaya perawatan/*preventive cost* (*Cm*) untuk tiap mesin meter arus. Biaya Pada PT ABC *Preventive maintenance* dilakukan guna mengantisipasi kerusakan pada *bearing* akibat adanya material asing yang masuk ke dalam *bearing* saat berputar sehingga menyebabkan putaran *bearing* terganggu dan menimbulkan suara kasar. Rumus untuk menghitung *cost of preventive maintenance* sama dengan rumus untuk menghitung *cost of repair*, hanya saja biaya komponen yang dikeluarkan yaitu untuk pelumas berjenis *grease*/gemuk guna membersihkan *bearing* dari material asing yang masuk kedalamnya. Dengan pemakaian rata-rata 0.45 kg sekali pemakaian dengan harga Rp.17.000,-. Waktu untuk melakukan *preventive maintenance* adalah 30 menit atau 0.5 jam. Sehingga perhitungan *cost of preventive maintenance* yaitu:

$$Cm = [(rerata waktu perbaikan \times jumlah tenaga kerja \times Cw) + Cf] \quad (2)$$

$$Cm = [(0,5 jam \times 4 \times 8.896,875) + 17.000]$$

$$Cm = Rp. 34.793,75/mesin$$

Proses lebih lanjut adalah melakukan perhitungan untuk mencari besarnya biaya yang dikeluarkan apabila dalam melakukan perawatan mesin menggunakan *repair policy*.

Biaya yang timbul dalam *repair policy* adalah biaya *repair* dan biaya *downtime*. Dirumuskan dengan :

$$TMC (repair policy) = TCr + TCd \quad (3)$$

Namun karena mesin meter arus yang digunakan di PT ABC tidak hanya satu buah, maka proses penyaluran produk tetap berlangsung sehingga *cost of downtime* dapat diabaikan ( $TCd = 0$ ). Sebelum kita menentukan  $TCr$ , terlebih dahulu kita menghitung rata-rata *runtime* tiap mesin ( $Tb$ ) yang kemudian menghitung rata-rata kegagalan operasi mesin tiap bulan.

$$TCr = B \times Cr \quad (4)$$

Dari distribusi frekuensi kegagalan operasi mesin didapat :

$$Tb = \sum_{i=1}^{12} p_i \cdot Ti$$

$$Tb = 7,622 \text{ bulan}$$

Perkiraan biaya Repair adalah :

$$TCr = B \cdot Cr = \frac{N}{Tb} Cr$$

$$TCr = \frac{21}{7,622} 628.754,5$$

$$TCr = Rp. 1.732.333,311$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari besarnya biaya yang dikeluarkan apabila dalam melakukan perawatan mesin menggunakan *preventive maintenance policy*. Apabila *Preventive Maintenance* dilakukan pada setiap 1 bulan, maka :

- a) Kumulatif Jumlah kegagalan operasi mesin dalam 1 bulan :

$$B_1 = N \cdot p_1$$

$$B_1 = 21 \times 0,062$$

$$B_1 = 1,302$$

- b) Rata jumlah kegagalan operasi mesin per bulan :

$$B = \frac{B_n}{n} = \frac{B_1}{1} = \frac{1,302}{1} = 1,302$$

- c) Perkiraan biaya *repair* per bulan :

$$TCr_{(1)} = B \cdot Cr = 1,302 \times Rp. 628.754,5 = Rp. 818.638,359$$

- d) Biaya *preventive* per bulan :

$$TCm_{(1)} = \frac{NC_m}{n} = \frac{21 \times Rp. 34.793,75}{1} = Rp. 730.668,75$$

- e) Total biaya *maintenance* per bulan :

$$TMC_{(1)} = TCr_{(1)} + TCm_{(1)} = Rp. 818.638,359 + Rp. 730.668,75$$

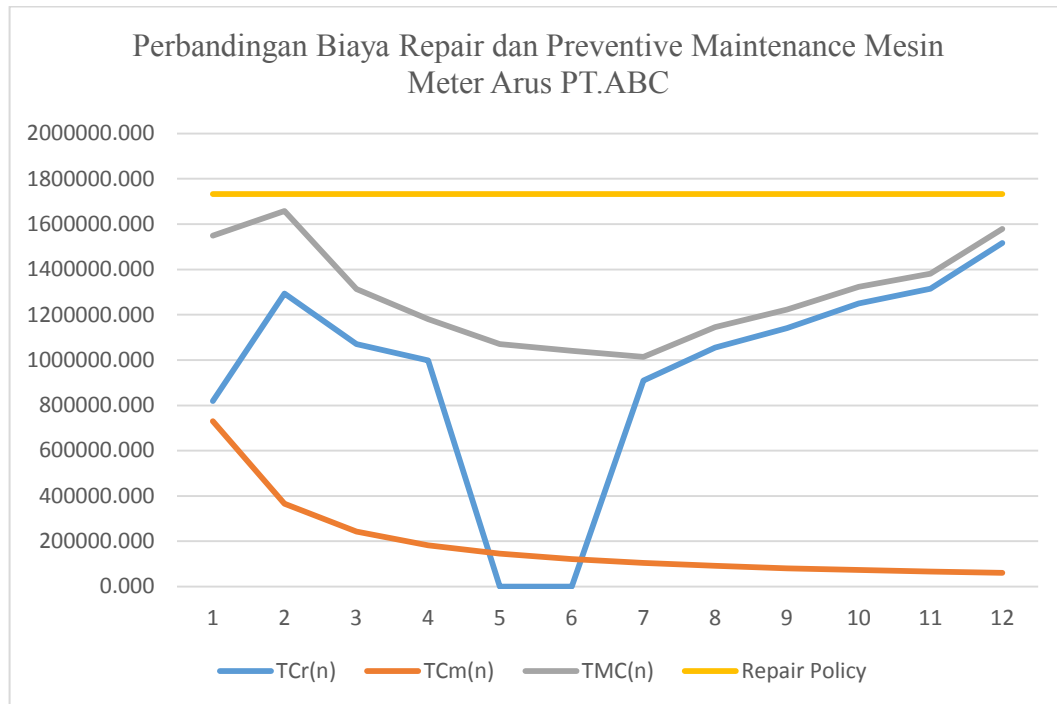
$$TMC_{(1)} = Rp. 1.549.307,109$$

Demikian perhitungan dilanjutkan sampai *maintenance* dilakukan setiap 12 bulan/ $n = 12$ . Adapun hasil selengkapnya dapat dilihat dalam tabel 2 berikut ini :

**Tabel 2. Perkiraan Biaya *Preventive Maintenance Policy* untuk Mesin Meter Arus**

No	Periode	Bn	B	TCr (n)	TCm (n)	TMC (n)
1	Januari 2016	1,302	1,302	Rp.818.638,359	Rp.730.668,75	Rp.1.549.307,109
2	Februari 2016	4,113	2,057	Rp.1.293.033,629	Rp.365.334,375	Rp.1.658.368,004
3	Maret 2016	5,107	1,702	Rp.1.070.140,159	Rp.243.556,25	Rp.1.313.696,409
4	April 2016	6,352	1,588	Rp.998.462,146	Rp.182.667,188	Rp.1.181.129,334
5	Mei 2016	7,344	1,469	Rp.923.566,293	Rp.146.133,75	Rp.1.069.970,043
6	Juni 2016	8,772	1,462	Rp.919.239,079	Rp.121.778,125	Rp.1.041.017,204
7	Juli 2016	10,119	1,446	Rp.909.179,007	Rp.104.381,25	Rp.1.013.560,257
8	Agustus 2016	13,419	1,677	Rp.1.054.421,297	Rp.91.333,594	Rp.1.145.754,891
9	September 2016	16,336	1,815	Rp.1.141.189,418	Rp.81.185,417	Rp.1.222.374,835
10	Oktober 2016	19,875	1,988	Rp.1.249.649,569	Rp.73.066,875	Rp.1.322.716,444
11	November 2016	22,996	2,091	Rp.1.314.725,66	Rp.66.424,432	Rp.1.381.150,092
12	Desember 2016	28,96	2,413	Rp.1.517.184,609	Rp.60.889,063	Rp.1.578.073,672

Dari hasil pengolahan data yang tersebut dapat diperoleh hasil bahwa kebijakan perawatan yang membutuhkan biaya perawatan paling sedikit adalah *preventive maintenance* setiap bulan ketujuh dengan total biaya yang harus dikeluarkan yaitu sebesar Rp.1.013.560,257. Berikut merupakan grafik perbandingan total biaya antara kebijakan *preventive maintenance* dengan kebijakan *repair* :



Gambar 1 Grafik Perbandingan Biaya Repair dan Preventive Maintenance Mesin Meter Arus PT. ABC

#### 4. Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu sebagai berikut : Tipe distribusi frekuensi kegagalan operasi (*breakdown*) pada mesin meter arus pada PT ABC adalah mengikuti distribusi frekuensi kegagalan operasi *case 2*. Pada tipe ini, komponen termasuk jenis yang cukup kompleks (banyak terdapat *interacting parts*) sehingga banyak yang akan menjadi penyebab komponen tersebut mengalami kegagalan beroperasi. Selain itu, waktu kegagalan beroperasinya juga akan sulit untuk diprediksi. Untuk mengurangi besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan serta untuk mengurangi frekuensi kegagalan operasi mesin meter arus, kebijakan *maintenance* yang hendaknya dilakukan adalah kebijakan *preventive maintenance* setiap periode ke tujuh. Perbandingan biaya antara kebijakan *preventive maintenance* dan kebijakan repair dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Perbandingan Biaya antara Kebijakan *Preventive Maintenance* dan Kebijakan *Repair*

Repair Policy		Preventive Maintenance Policy	
Rata-rata <i>runtime</i> mesin per periode	Biaya perbaikan (Rp/periode)	Periode dilaksanakan perawatan	Biaya Perawatan (Rp/periode)
7,622 bulan	Rp. 1.732.333,311	Periode 7	Rp. 1.013.560,257

Dari tabel diatas, diketahui bahwa rata-rata runtime dari mesin meter arus dengan periode optimal perawatan mesin dilakukan hampir sama, yaitu pada periode atau bulan ke-tujuh. Hal tersebut menunjukan bahwa rata-rata mesin meter arus akan mengalami kerusakan setelah mencapai periode 7,622 bulan apabila tidak dilakukan perbaikan pada mesin tersebut. Kerusakan yang dimaksud adalah kerusakan pada spindle seal dan bearing buka kerusakan total pada mesin meter arusnya. Sehingga perawatan yang optimal dilakukan adalah perawatan yang dilakukan pada periode sebelum mesin meter arus mengalami kegagalan beroperasi, yaitu pada periode ke 7 bulan.

**PUSTAKA**

- Bloom, Neil (2006). *Reliability Centered Maintenance-Implementation Made Simple*. New York : McGraw-Hill Inc
- Gaspersz, Vincent, 1992, *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Tarsito: Bandung.
- Jardine, A.K.S., 1987, *Maintenance, Replacement and Reliability*. New York: Pitman Publishing.
- Smith, A.M., & Hoinchcliffe, G.R. (2004). *Reliability Centered Maintenance*. New York : McGraw-Hill Inc.



## **PENGEMBANGAN STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) DENGAN STRATEGI LEAN PADA PROSES PENDATAAN PEGAWAI BARU DI PT. PLN DISTRIBUSI JAWA TENGAH DAN D.I YOGYAKARTA**

**Awalya Tiffany Joenetha<sup>1</sup>, Singgih Saptadi<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: Joenetha06@gmail.com

### **ABSTRAK**

*PT. PLN (Persero) Distribusi Jateng dan D.I Yogyakarta merupakan salah satu unit PT. PLN (Persero) yang mempunyai tugas mendistribusikan energi listrik ke pelanggan melalui jaringan tegangan menengah atau tegangan rendah, serta melayani dan menyalurkan energi listrik kepada pelanggan. Setiap karyawan biasanya hanya menempati jabatan yang sama selama 2-3 tahun Perusahaan ini menaungi 2.012 karyawan, setiap karyawan biasanya hanya menempati jabatan yang sama selama 2-3 tahun. Pada PLN DJTY terdapat bidang sumber daya manusia dan organisasi yang berperan penting untuk melayani karyawan tersebut. Salah satunya pada kegiatan pendataan pegawai baru yang merupakan proses penginputan data pegawai baru kedalam sistem database PT.PLN Persero. Kegiatan pendataan pegawai baru memiliki alur proses yang panjang dan melibatkan banyak pihak, sehingga diperlukan penyerderhanaan alur proses serta pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) yang mengatur prosesnya. Proses pendataan pegawai baru merupakan serangkaian proses yang terdiri dari beberapa sub proses yaitu pembuatan Email Corporate, pengiriman data pegawai baru sesuai dengan DPLK yang dipilih dalam bentuk Softfile, pengiriman Formulir DPLK dan surat pernyataan kepada DPLK yang sesuai dalam bentuk hardfile. Penginputan data pegawai baru kedalam SAP (System Application and Product) PT. PLN Persero. Strategi Lean digunakan untuk menggambarkan dan menyederhanakan proses ini melalui dua tools yaitu diagram SIPOC dan Value Stream Mapping. Setelah proses pendataan pegawai yang lebih sederhana didapatkan, kemudian dibuat Standar Operational Procedure (SOP) dengan menggunakan diagram alir Swimlane.*

**Kata Kunci:** Strategi Lean; Standar Operasional Prosedur (SOP); Swimlane

### **1. PENDAHULUAN**

Pada perusahaan industri manufaktur maupun jasa, para pemimpin perusahaan menuntut semua pekerjaannya untuk bekerja dengan baik dan benar sesuai ketentuan yang telah dibuat oleh perusahaan. Hal tersebut dilakukan agar pegawai dapat mengelola bisnis dalam perusahaan dengan baik sehingga bisa memuaskan konsumen serta demi keberlanjutan perusahaan. PT PLN (Persero) Distribusi Jateng dan D.I Yogyakarta, beralamat di Jl. Teuku Umar No. 47, Semarang. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan D.I Yogyakarta merupakan salah satu unit PT PLN (Persero) yang mempunyai tugas mendistribusikan energi listrik ke pelanggan melalui jaringan tegangan menengah atau tegangan rendah, serta melayani dan menyalurkan energi listrik kepada pelanggan.

Pada PT PLN (Persero) sering terjadi rotasi karyawan dari satu unit ke unit yang lain serta adanya kenaikan jabatan yang membuat lamanya waktu para karyawan bekerja di tempat dan jabatan yang sama sekitar dua sampai tiga tahun. Hal ini mengakibatkan para karyawan yang menempati posisi jabatan yang baru maupun berada di unit yang baru harus mempelajari apa saja pekerjaan yang harus mereka lakukan secara langsung dari pegawai lama, sehingga karyawan yang seharusnya segera pindah ke posisi atau jabatan lain masih harus mengajari karyawan yang akan menggantikan mereka. Hal itu disebabkan karena tidak adanya proses kerja yang terdokumentasi dan terstandarisasi.

PT PLN (Persero) Distribusi Jateng dan D.I Yogyakarta menaungi 2.012 karyawan sehingga bidang sumber daya manusia dan organisasi berperan penting untuk melayani karyawan tersebut. Bidang ini mengakomodir segala keperluan pegawai salah satunya dalam pendataan pegawai baru. Pendataan pegawai baru adalah proses penginputan data pegawai baru kedalam sistem database PT.PLN Persero. Kegiatan pendataan pegawai baru memiliki alur proses yang panjang dan melibatkan banyak pihak, sehingga diperlukan penyerderhanaan alur proses pendataan pegawai serta pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) yang mengatur proses pekerjaan.

Kegiatan penyerderhanaan alur dilakukan dengan menggunakan tools dari konsep Lean yaitu SIPOC diagram dan Value Stream Mapping serta dilakukan identifikasi waste terhadap alur proses pendataan pegawai baru tersebut. Selain itu dilakukan pembuatan Standard Operating Procedure untuk mendokumentasikan alur proses pendataan pegawai baru. Dengan adanya penyerderhanaan alur pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) alur proses pendataan pegawai baru menjadi terdokumentasi dan memudahkan pegawai yang melaksanakan pekerjaan tersebut. Tujuannya agar dapat meminimalisir kesalahan sehingga dapat meningkatkan produktivitas pegawai.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Gasperz (2007), Lean merupakan suatu pendekatan yang sistemik serta sistematis yang digunakan untuk melihat apakah terdapat pemborosan atau adanya kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah. Dalam industri jasa juga dikenal dengan konsep Lean yaitu Lean Service yang menganut 'Perbaikan yang Berkesinambungan' dan 'Menghilangkan aktifitas non-value-add atau waste'. Perbedaannya adalah pada prinsip-prinsip tersebut diterapkan dalam bisnis layanan.

Diagram SIPOC digunakan sebagai salah satu cara untuk mengetahui alur informasi proses yang terjadi pada organisasi tingkat tinggi dengan metode yang terstruktur (Khekale, Chatpalliwar, & Thakur, 2010, p. 3689).

Menurut Mike & John (2003), Value Stream Mapping merupakan sarana untuk memvisualisasikan aliran produksi dan aliran informasi yang berguna untuk memproduksi barang atau jasa tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang value added dan non value added.

Pada dasarnya aktivitas yang terdapat didalam proses produksi barang maupun jasa terdiri dari dua macam, yaitu aktivitas yang memiliki nilai tambah (value added activity) dan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (non value added activity). Aktivitas yang memiliki nilai tambah merupakan aktivitas yang memberikan keuntungan dari produk bagi pelanggan. Sedangkan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah adalah aktivitas yang tidak memberikan keuntungan bagi pelanggan namun saat ini masih dilakukan dengan suatu alasan. Pemborosan dalam industri jasa terbagi menjadi tujuh macam yaitu *Delays, Duplication, Unnecessary Movement, Unclear Communication, Inventaris yang Tidak Tepat (Incorrect Inventory), Error, Lost Opportunity* (Lubis, 2010).

Menurut Tjipto Atmoko, SOP adalah panduan yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan yang sesuai dengan fungsi dan juga dapat digunakan sebagai alat untuk menilai kinerja suatu instansi pemerintahan dengan menggunakan indikator teknis, administratif dan prosedural sebagai acuan pada bidang pekerjaan yang bersangkutan. SOP biasanya berbentuk diagram alir (Arnina P, dkk, 2016). Diagram alir dapat berbentuk linier maupun swimlane. Diagram Alir Swimlane merupakan diagram alir yang didalamnya terdapat alur proses kerja yang berjalan disertai dengan penanggung jawab yang bertanggung jawab dengan proses kerja yang dikerjakan sehingga alur yang berjalan dapat terlihat dengan jelas dan apabila terjadi kesalahan dalam proses yang berjalan maka dapat diketahui secara langsung siapa yang bertanggung jawab dan dapat dilakukan perbaikan.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun alur penelitian pada Pengembangan Standard Operating Procedure (SOP) dengan Strategi *Lean* Pada Proses Pendataan Pegawai Baru di PT. PLN Distribusi Jawa Tengah Dan D.I Yogyakarta adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

#### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT PLN Persero Distribusi Jawa Tengah dan D.I Yogyakarta yang dilaksanakan pada 26 Desember 2016 hingga 26 Januari 2017 pada Bidang Sumber Daya Manusia & organisasi.

#### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan data pengambilan data dari perusahaan. Wawancara dilakukan kepada pegawai administrasi pada bidang SDMO yang terlibat langsung dalam pekerjaan pendataan pegawai baru. Untuk data atau dokumen perusahaan diambil dari data atau dokumen arsip yang dimiliki perusahaan. Data-data dan dokumen yang diperlukan yaitu Data Pegawai Baru dari Pusdiklat, Formulir Data Administrasi Pegawai Baru, Formulir DPLK Pegawai, Form Pendaftaran Program DPLK, Surat Pernyataan HCMS dan Surat Pernyataan PPIP.

#### Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan diagram SIPOC untuk mengidentifikasi alur proses Pendataan Pegawai Baru *Current State* dan *Value Stream Mapping* untuk mengidentifikasi *waste* yang ada, selanjutnya dilakukan eliminasi terhadap *waste* tersebut.

#### Usulan Perbaikan

Pada tahap ini diberikan usulan perbaikan terkait proses yang ada, kemudian analisis antara *Current State* dan *Future State* dan dilanjutkan dengan pembuatan SOP dengan menggunakan diagram Swimlane.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pendataan Pegawai Baru (*Current State*)

Penelitian dilakukan pada proses pendataan pegawai baru, adapun dokumen atau data pendukung yang diperlukan adalah data pegawai baru, Formulir data Administrasi pegawai baru, Formulir DPLK pegawai, form pendaftaran program DPLK, Surat pernyataan HCMS serta Surat Pernyataan PPIP.

Proses pendataan pegawai bertujuan untuk memasukkan data pegawai baru ke sistem SAP atau database. Pada proses pendataan pegawai baru terdapat beberapa sub proses yang ada didalamnya yaitu :

- Pembuatan *Email corporate*
- Pengiriman data pegawai baru sesuai dengan DPLK yang dipilih dalam bentuk *Softfile*.
- Pengiriman Formulir DPLK dan surat pernyataan kepada DPLK yang sesuai dalam bentuk *hardfile*.

- Peningkatan data pegawai baru kedalam SAP (*System Application and Product*) PT. PLN Persero

Secara keseluruhan proses pendataan pegawai baru pada *Current State* digambarkan melalui diagram SIPOC seperti pada lampiran 1.

#### Identifikasi Waste

Selanjutnya dilakukan identifikasi *waste* yang terdapat pada proses saat ini sesuai dengan VSM *Current State* pada gambar 2 serta melalui evaluasi pada diagram SIPOC (*Current State*) pada lampiran 1. Adapun pemborosan- pemborosan yang ada di proses pendataan pegawai baru adalah sebagai berikut :

1. *Duplication* : sub proses pengiriman data pegawai baru sesuai dengan DPLK yang dipilih dalam bentuk Softfile pada kegiatan penggabungan data administrasi pegawai baru dan formulir DPLK pegawai.
2. *Delays* :
  - Proses menunggu penerimaan data pegawai baru oleh sub Bidang Pengembangan SDM, sub Bidang Administrasi SDM dan sub Bidang Sistem Teknologi Informasi.
  - Proses menunggu penerimaan email corporate pegawai baru oleh sub Bidang Administrasi SDM
  - Proses menunggu penerimaan data formulir pegawai baru dan formulir DPLK oleh pegawai ( dalam bentuk softfile) oleh sub Bidang Administrasi SDM.
  - Proses menunggu penggabungan data formulir pegawai baru dan formulir DPLK oleh pegawai ( dalam bentuk softfile) oleh sub Bidang Administrasi SDM.
  - Proses menunggu penerimaan formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file) yang telah diisi dan ditandatangani oleh pegawai ( dalam bentuk hardfile) ke sub Bidang Administrasi SDM.
3. *Unnecessary movement* yang tampak terjadi yaitu pada sub proses pembuatan email corporate yang didalamnya terdapat kegiatan pengiriman data pegawai baru dari pusdiklat yang melewati sub Bidang Pengembangan SDM dan Sub Bidang Administrasi SDM yang tidak menambah nilai dari data tersebut.
4. *Unclear Communication*, pemborosan ini terdapat dalam sub proses pembuatan email corporate yaitu kurang terintegrasinya sistem informasi antar bidang yang membuat data harus dikirim dari satu bidang ke bidang yang lain.
5. *Error* atau *defect* yang dapat terjadi pada proses pendataan pegawai baru ini adalah terjadinya kesalahan saat melakukan penyortiran data pegawai oleh sub Bidang Administrasi SDM yang akan dikirim ke DPLK.

#### Usulan Perbaikan

Setelah identifikasi *waste* yang dilakukan terhadap proses pendataan pegawai baru kemudian alur digambarkan dengan SIPOC *Future State* pada lampiran 2, maka usulan perbaikan yang diberikan yaitu :

- a. Pada pengiriman data pegawai untuk pembuatan email corporate dapat langsung dilakukan pengiriman dari sub Bidang Pengembangan SDM ke sub Bidang Sistem Teknologi Informasi tanpa melalui sub Bidang Administrasi SDM.
- b. Dilakukan proses validasi oleh sub Bidang Administrasi SDM untuk memastikan bahwa email corporate telah diterima oleh pegawai baru. Hal ini bertujuan agar tidak menghambat proses berikutnya.
- c. Selain itu usulan yang juga diberikan adalah pemberian kode pada formulir dan surat pernyataan hal ini dimaksudkan agar pegawai dapat memudahkan pegawai untuk mengidentifikasi formulir yang dimaksud. Adapun kode yang diberikan adalah :
  - A1 : Formulir Administrasi Pegawai Baru
  - A2 : Form Pendaftaran Program DPLK
  - SP1 : Surat Pernyataan HCMS
  - SP2: Surat Pernyataan PPIP
- d. Formulir untuk data pegawai baru dan DPLK dapat dijadikan menjadi satu formulir sehingga tidak perlu dilakukan penggabungan data oleh sub Bidang Administrasi SDM ketika pegawai telah mengirimkan formulir yang telah diisi.

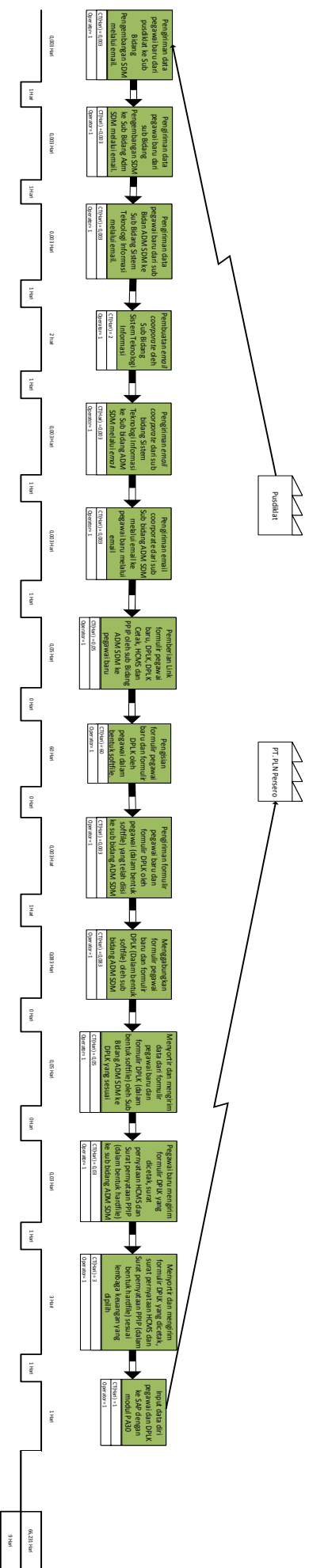
### Analisis Perbandingan *Current State* dengan *Future State*.

Identifikasi yang dilakukan terhadap pemborosan pada pendataan pegawai baru dapat meminimalisir pemborosan sehingga dapat dihasilkan alur yang lebih pendek dan waktu proses yang lebih singkat. Perbandingan antara *Current State* dan *Future State* pada pendataan pegawai baru ditunjukkan seperti tabel dibawah ini :

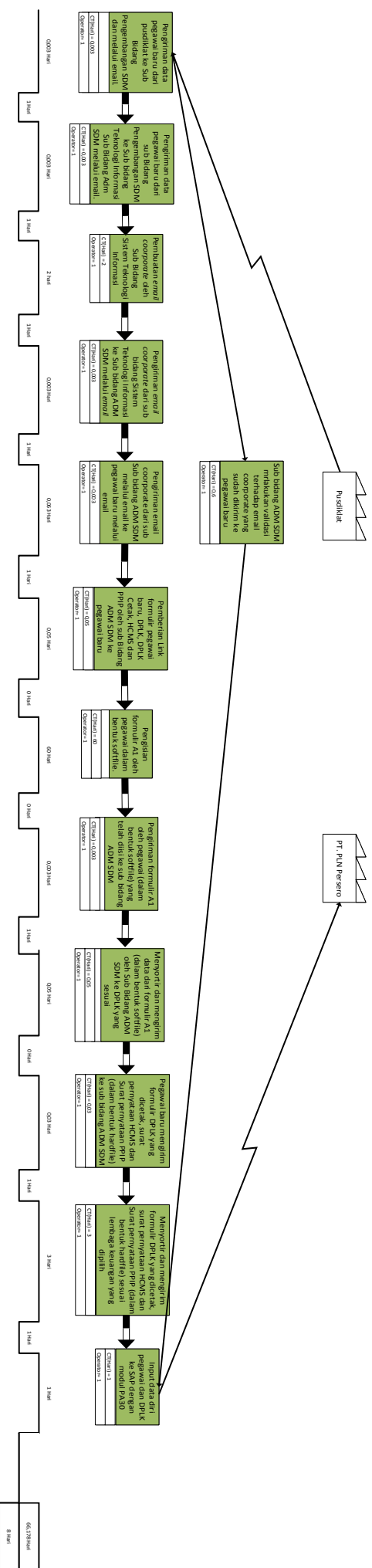
**Tabel 1. Perbandingan *Current State* dan *Future State***

No	Kegiatan	Tools	Current State	Future State
1	Proses Pendataan Pegawai Baru	Diagram SIPOC	12 Langkah	11 Langkah
		Value Stream Mapping	75,231 Hari	74,178 Hari

Alur pendataan pegawai baru digambarkan melalui VSM antara *Current State* yang merupakan kondisi saat ini dan (*Future State*) merupakan alur pendataan pegawai baru yang telah mengalami perbaikan. Perbaikan dilakukan dengan meminimalisir *waste* yang ada selain itu juga dengan memperbaiki alur yang ada pada *Current State* yang membuat proses pendataan pegawai baru menjadi lebih jelas, seperti gambar 2 dan gambar 3 :



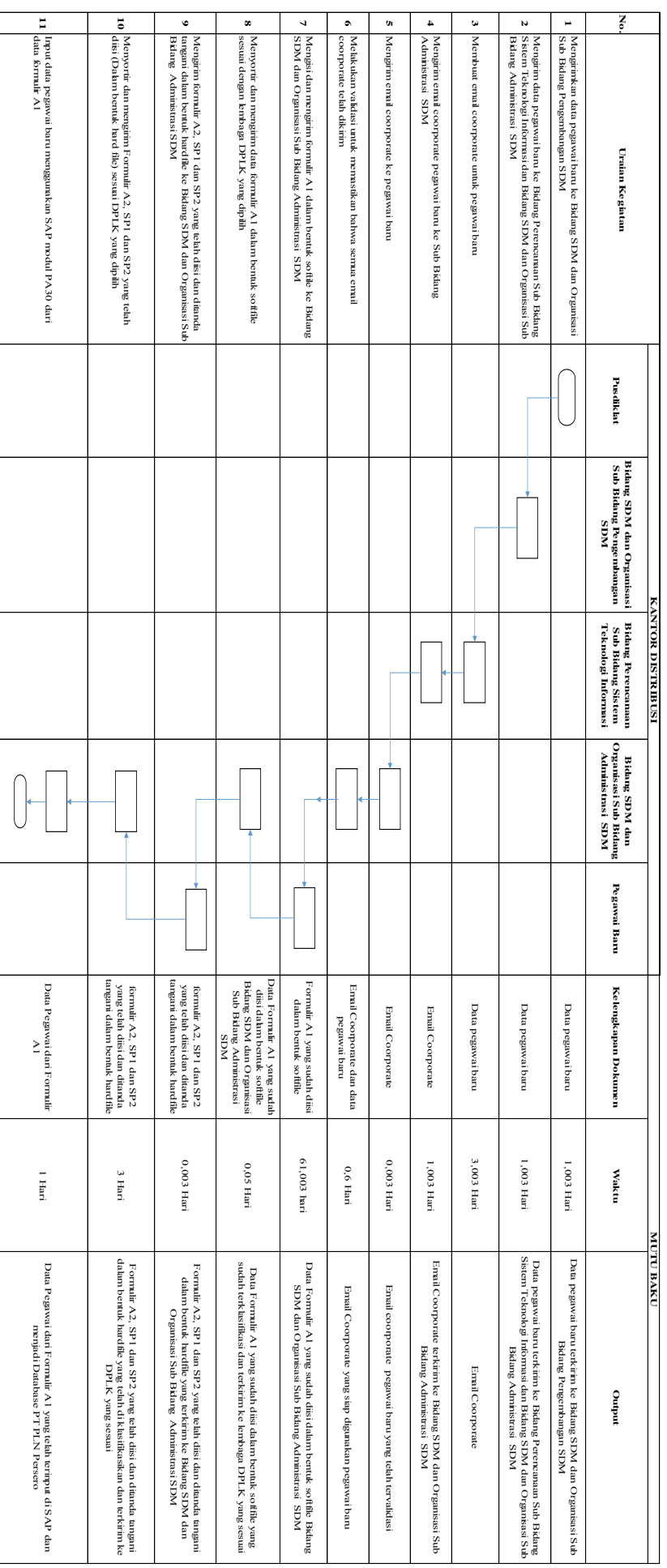
**Gambar 2. Alur Pendataan Pegawai Baru (*Current State*)**



**Gambar 3. Alur Pendataan Pegawai Baru ( Future State)**

## Pembuatan SOP

Setelah evaluasi terhadap alur proses pendataan pegawai baru di PT PLN Distribusi Jawa Tengah dan D.I Yogyakarta dilakukan, maka didapatkan alur proses yang baru yang lebih singkat. Kemudian alur yang baru tersebut diubah menjadi sebuah Standar Operasional Prosedur (SOP) yang nantinya akan digunakan sebagai panduan bagi pegawai dalam melaksanakan pekerjaan tersebut. Dalam hal ini bentuk SOP yang digunakan adalah berupa diagram Swimline, pada diagram ini dapat diketahui dengan jelas siapa yang menjadi penanggung jawab atas semua pekerjaan yang sedang berjalan apa kelengkapan dokumen yang diperlukan, berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut serta apa hasil yang didapat dari setiap alur yang dilewati. Dibawah ini merupakan SOP pendataan pegawai baru di PT PLN Distribusi Jawa Tengah dan D.I Yogyakarta :



Gambar 4. SOP Alur Pendataan Pegawai Baru

## 5. KESIMPULAN

PLN Persero Distribusi Jawa Tengah dan D.I Yogyakarta maka dapat disimpulkan:

1. Proses pendataan pegawai baru secara keseluruhan digambarkan dengan menggunakan diagram SIPOC. Proses ini pada awalnya memiliki 12 langkah yang terdiri dari beberapa sub proses yaitu pembuatan email corporate, pengiriman data pegawai baru sesuai dengan DPLK yang dipilih dalam bentuk softfile, pengiriman formulir DPLK dan surat pernyataan kepada DPLK yang sesuai dalam bentuk hardfile serta Penginputan data pegawai baru kedalam SAP PT. PLN Persero.
2. Pada Sub proses pembuatan email corporate dan pengiriman data pegawai baru sesuai dengan DPLK yang dipilih dalam bentuk softfile digambarkan dengan menggunakan *Value Stream Mapping*. Konsep *Lean strategy* ini dapat digunakan untuk mengurangi *waste* berupa kegiatan – kegiatan yang tidak bernilai tambah seperti *duplication*, *delays* dan *unnecessary Movement*.
3. Rekomendasi yang diusulkan terhadap proses pendataan pegawai baru antara lain :
  - a. Pada Sub Proses Pembuatan Email corporate yang kegiatannya digambarkan dengan menggunakan *Value Stream Mapping* pada pemborosan tersebut dapat diminimalisir dengan menghilangkan kegiatan pengiriman data pegawai baru ke sub bidang Administrasi SDM. Selain itu untuk memastikan bahwa email corporate telah diterima oleh pegawai baru maka dilakukan validasi oleh sub bidang Administrasi SDM.
  - b. Pada Sub Proses Pengiriman data pegawai baru sesuai dengan DPLK yang dipilih dalam bentuk Softfile yang kegiatannya digambarkan dengan menggunakan *Value Stream Mapping* pemborosan dapat diminimalisasi pada penggabungan data administrasi pegawai dan data DPLK dengan membuat formulir tersebut menjadi 1 formulir saja sehingga kegiatan penggabungan data tidak perlu dilakukan.
  - c. Setelah dilakukan evaluasi dengan menggunakan konsep *Lean*, kemudian dibuat Standar Operasional Prosedur untuk proses ini karena telah didapatkan alur proses yang baru yang lebih singkat menjadi 11 langkah. Dalam hal ini bentuk SOP yang digunakan adalah berupa diagram Swimline

## PUSTAKA

- Arnina P, dkk. (2016). Langkah-langkah Efektif Menyusun SOP. Depok: Huta Publisher.
- Gaspersz, Vincent. (2007). *Organizational Excellence*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Khekale, S. N., Chatpalliwar, A. S., & Thakur, D. N. (2010). Minimization of Cord Wastages in Belt Industry using DMAIC. *International Journal of Engineering Science and Technology*. vol. 2. no (8), pp. 3687-3694.
- Lubis, M. (2010). IPTEK. Mengidentifikasi Non Value added Activities di Industri Jasa. dipetik Februari 25, 2016, dari <http://shiftindonesia.com/Lean-service-mengidentifikasi-non-value-add-activities-di-industri-jasa/>
- Mike, R. dan John Shook. (2003). Learning to See *Value Stream Mapping* to Creat Value and Eliminate Muda. Massachusets: *Lean Enterprise Institute*.
- Tjipto Atmoko. (2008). Standar Operasional Prosedure (SOP) dan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah.



LAMPIRAN 1 (SIPOC CURRENT STATE)

No	Supplier	input	proses	output	customer
1	Pusdiklat	Data pegawai baru	Mengirim data pegawai baru	Data pegawai baru telah terkirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Pengembangan SDM
2	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Pengembangan SDM	Data pegawai baru	Mengirim data pegawai baru	Data pegawai baru telah terkirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
3	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Data pegawai baru	Mengirim data pegawai baru	Data pegawai baru telah terkirim	Bidang Perencanaan Sub Bidang Sistem Teknologi Informasi
4	Bidang Perencanaan Sub Bidang Sistem Teknologi Informasi	Data pegawai baru	Pembuatan email corporate pegawai baru	Email corporate pegawai baru	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
5	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Email corporate pegawai baru pegawai baru	Menginformasikan email corporate ke pegawai baru	Email corporate telah terkirim	Pegawai baru
6	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Link Formulir data pegawai (softfile), formulir DPLK (softfile), Formulir DPLK Cetak, Surat Pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP	Menginformasikan Link Formulir data pegawai (softfile), formulir DPLK (softfile), Formulir DPLK Cetak, Surat Pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP	Link Formulir data pegawai (softfile), formulir DPLK (softfile), Formulir DPLK Cetak, Surat Pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP diterima	Pegawai baru
7	Pegawai baru	Formulir data pegawai dan formulir DPLK yang telah diisi	Mengirim formulir data pegawai dan formulir DPLK dalam bentuk softfile melalui email	Formulir data pegawai dan formulir DPLK yang telah diisi dan terkirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
8	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Formulir data pegawai dan formulir DPLK yang telah diisi	Menggabungkan data diri pegawai baru dan data DPLK dalam bentuk softfile	Rekap data diri pegawai baru dan data DPLK dalam bentuk softfile	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
9	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Data diri pegawai baru dan DPLK dalam bentuk softfile	Menyortir dan mengirim data diri pegawai baru dan data DPLK dalam bentuk softfile sesuai dengan Lembaga Keuangan yang dipilih	data diri pegawai baru dan data DPLK terklasifikasi dan terkirim ke Lembaga Keuangan masing-masing	Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK)
10	Pegawai baru	Formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file) yang telah diisi dan ditandatangani	Mengirim Formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file)	Formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file) telah dikirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
11	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file)	Menyortir dan mengirim Formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file) sesuai lembaga keuangan yang dipilih	Formulir DPLK yang dicetak, surat pernyataan HCMS, Surat Pernyataan PPIP (Dalam bentuk hard file) yang sudah terklasifikasi berdasarkan lembaga keuangan telah dikirim	Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK)
12	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Data diri pegawai dan DPLK yang dipilih	Input data diri pegawai dan DPLK ke SAP dengan Modul PA30	Database Pegawai	PT PLN Persero

LAMPIRAN 2 (SIPOC FUTURE STATE)

No	Supplier	Input	Proses	Output	Customer
1	Pusdiklat	Data pegawai baru	Mengirim data pegawai baru	data pegawai baru telah terkirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Pengembangan SDM
2	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Pengembangan SDM	Data pegawai baru	Mengirim data pegawai baru	data pegawai baru telah terkirim	Bidang Perencanaan Sub Bidang Sistem Teknologi Informasi dan Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
3	Bidang Perencanaan Sub Bidang Sistem Teknologi Informasi	Data pegawai baru	Pembuatan email corporate pegawai baru	Email corporate pegawai baru	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
4	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Email corporate pegawai baru	Menginformasikan email corporate ke pegawai baru	Email corporate telah terkirim	Pegawai baru
5	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Data pegawai baru dan Email corporate pegawai baru	Melakukan validasi untuk memastikan bahwa semua email corporate telah dikirim	Email corporate pegawai baru pegawai baru yang telah tervalidasi	Pegawai baru
6	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Link Formulir A1, A2, SP1 dan SP2	Menginformasikan link Formulir A1, A2, SP1 dan SP2	Link Formulir A1, A2, SP1 dan SP2 yang diterima	Pegawai baru
7	pegawai baru	Formulir A1 yang telah diisi	Mengirim formulir A1 dalam bentuk softfile melalui email	Formulir A1 yang telah diisi dan terkirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
8	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Data formulir A1 yang telah diisi	menyortir dan mengirim data formulir A1 dalam bentuk softfile sesuai dengan Lembaga Keuangan yang dipilih	data diri pegawai baru dan data DPLK terklasifikasi dan terkirim ke Lembaga Keuangan masing-masing	Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK)
9	Pegawai baru	Formulir A2, SP1 dan SP2 yang telah diisi dan ditandatangani	mengirim Formulir A2, SP1 dan SP2 (Dalam bentuk hard file)	Formulir A2, SP1 dan SP2 (Dalam bentuk hard file) telah dikirim	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM
10	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Formulir A2, SP1 dan SP2 yang telah diisi dan ditandatangani	Menyortir dan mengirim Formulir A2, SP1 dan SP2 yang telah diisi (Dalam bentuk hard file) sesuai lembaga keuangan yang dipilih	Formulir A2, SP1 dan SP2 yang telah diisi (Dalam bentuk hard file) yang sudah terklasifikasi berdasarkan lembaga keuangan telah dikirim	Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK)
11	Bidang SDM dan Organisasi Sub Bidang Administrasi SDM	Data Formulir A1	Input data formulir A1 K ke SAP dengan Modul PA30	Database Pegawai	PT PLN Persero

## ANALISIS KESIAPAN UMKM BATIK 16 SEMARANG DALAM MEMPEROLEH SNI DENGAN GAP ANALYSIS

Bambang Purwanggono<sup>1</sup>, Annisa Ratna Hapsari<sup>2</sup>, Arfan Bakhtiar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: [acise.tiundip@gmail.com](mailto:acise.tiundip@gmail.com)

### ABSTRAK

*Perkembangan industri di Indonesia makin berkembang pesat khususnya pada industri batik. Setelah batik dicanangkan oleh UNESCO pada tanggal 2 Oktober 2009 dalam daftar Representatif Budaya Tidak Berwujud, maka pemerintah sedang mewajibkan SNI batik. Batik 16 Semarang selaku salah satu produsen batik belum memiliki sertifikat SNI pada produknya. Batik 16 Semarang berkeinginan untuk memiliki sertifikat SNI pada batiknya agar dapat menghasilkan produk berkualitas baik sehingga mendapat kepercayaan dari konsumen, memiliki daya saing dengan produk yang dihasilkan oleh pesaing, peningkatan product image dan akses pasar. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengukur kesiapan Batik 16 dalam menghadapi proses sertifikasi SNI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesiapan Batik 16 dalam menghadapi proses sertifikasi adalah sebagai berikut variabel komitmen manajemen sebesar 80%. Kelengkapan administrasi sebesar 88. Kelengkapan dan penerapan dokumen pada manual mutu 64%, prosedur mutu 82%, instruksi kerja 73%, rekaman mutu 96%. Audit internal 30%. Tinjauan manajemen 80%. Proses sertifikasi SNI 20%.*

**Kata Kunci :** Batik; Gap Analysis; Kesiapan; Proses sertifikasi SNI

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia makin berkembang pesat khususnya pada industri menengah. Menteri Perindustrian Saleh Husin mendefinisikan industri kreatif merupakan salah satu pilar dalam membangun ekonomi nasional karena mampu menciptakan sumber daya manusia yang berdaya saing di era globalisasi serta mampu mensejahterakan masyarakat. Menurut Mari Elka Pangestu selaku Menteri Perdagangan Republik Indonesia, Indonesia kreatif dibagi menjadi 14 bagian subsector. Kerajinan merupakan subsector yang memiliki nilai kontribusi PDB sebesar 25.4 triliun rupiah /15.1 persen, menyerap tenaga kerja sebanyak 3.1 juta orang /38.2 persen, menyumbang ekspor sebesar 21.7 triliun / 20.3 persen, dan memiliki jumlah usaha sebanyak 1 juta unit /45.2 persen (Awalia, 2015). Salah satu subsector industri kerajinan adalah industri batik.

Batik merupakan salah satu warisan bangsa Indonesia yang perlu dijaga keberadaannya, karena batik telah diangkat sebagai pakaian nasional yang mempunyai ciri khas dan menunjukkan identitas bangsa (Sari, 2013). Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, UMKM Batik di Indonesia tahun 2010 untuk unit usaha sebanyak 39.641 unit tenaga kerja 165.552 orang dan nilai produksi Rp 3,94 triliun. Nilai ekspor batik mencapai Rp 1,8 triliun (Sabar, 2012). Batik makin berkibar setelah dicanangkan oleh UNESCO pada tanggal 2 Oktober 2009 dalam daftar Representatif Budaya Tidak Berwujud. Konsekuensi dari perancangan UNESCO, batik Indonesia harus dipertahankan dan dilestarikan dengan baik oleh Pemerintah, pengrajin, dan masyarakat Indonesia. SNI batik sudah ada sejak 2006 namun masih bersifat sukarela atau belum wajib (Koran Jakarta, 2012). Melihat kenyataan tersebut maka pemerintah mewajibkan SNI batik dimana sekarang batik sedang proses untuk diwajibkan.

Sertifikasi produk merupakan jaminan tertulis yang menyatakan bahwa produk, proses produksi, kandungan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Bagi konsumen, sertifikasi sistem manajemen maupun sertifikasi produk dapat memberikan jaminan kepercayaan yang dapat digunakan sebagai dasar pemilihan produsen atau produk (Purwanggono dkk, 2009). Selain itu sertifikasi dapat meningkatkan daya saing produk nasional untuk mempertahankan pangsa pasar dan memperluas aksesibilitas produk nasional pada pasar ekspor (Rahardjo dkk, 2011)

Batik 16 Semarang berdiri pada tahun 2005, bergerak di bidang industri batik. Produk dari industri Batik 16 Semarang, meliputi batik cap dan batik tulis. Jenis batik tersebut menggunakan bahan dasar primissima, sutera, dan doby dengan pewarna tekstil dari alam dan sintetis.

Dalam hal ini Berdasarkan UU no 20 tahun 2008, kriteria usaha menengah yaitu memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp10.000.000.000,00 (sepuluh milyar rupiah) tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha. Batik 16 Semarang memenuhi kriteria tersebut yaitu memiliki kekayaan bersih lebih dari 500.000.000,00. Batik 16

berdiri pada tahun 2005, bergerak di bidang industri batik. Produk dari industri Batik 16 Semarang, meliputi batik cap dan batik tulis. Jenis batik tersebut menggunakan bahan dasar primissima, sutera, dan doby dengan pewarna tekstil dari alam dan sintetis. Batik 16 Semarang yang berpusat di Dk. Kampung Kontrak Sumberejo Kel. Meteseh Kec. Tembalang, Kota Semarang sebagai tempat produksi dan pemasaran, dan membuka 3 cabang yang berlokasi di kota Semarang Sekarang batik sedang proses untuk menjadi SNI wajib tapi Batik 16 Semarang termasuk industri batik yang belum memiliki sertifikat SNI. Oleh karena itu Batik 16 Semarang berkeinginan untuk memiliki sertifikat SNI pada batiknya agar dapat menghasilkan produk berkualitas baik sehingga mendapat kepercayaan dari konsumen, memiliki daya saing dengan produk yang dihasilkan oleh pesaing, peningkatan product image dan akses pasar. Badan Standarisasi Nasional (BSN) mengeluarkan 13 untuk SNI batik. Dalam penerapan standar di Indonesia banyak kendala yang dirasakan seperti ketidaksiapan prosedur apa yang harus dilakukan dan dokumen apa saja yang harus dipersiapkan untuk mendapatkan sertifikat SNI.

Oleh karena itu, dilakukan identifikasi gap dari kondisi kesiapan batik 16 saat ini terhadap prosedur yang seharusnya untuk mengetahui tingkat kesiapan Batik 16 Semarang dalam memperoleh sertifikat SNI.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a) Sistem Manajemen Mutu

Sistem manajemen mutu merupakan sekumpulan prosedur terdokumentasi dan praktek-praktek standar untuk manajemen sistem yang bertujuan menjamin kesesuaian dari proses dan produk (barang/jasa) terhadap kebutuhan atau persyaratan tertentu. Sistem manajemen mutu mendefinisikan bagaimana organisasi menerapkan praktek-praktek manajemen kualitas secara konsisten untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan pasar. Salah satu sistem manajemen mutu yang diakui internasional adalah seri ISO 9001. Ada banyak alasan mengapa suatu organisasi mengimplementasikan sistem manajemen mutu sesuai dengan standar ISO. Alasan utama adalah pelanggan utama mereka menuntut atau karena kompetitor utama mereka telah atau sedang mendaftar. Alasan lain untuk melakukan perbaikan proses atau sistem yang diperlukan dan keinginan untuk dapat bersaing secara global. Ketika banyak dan lebih banyak lagi organisasi yang mendaftar untuk mendapatkan sertifikat ISO, mereka meminta subkontrak atau pemasok mereka mendaftar juga, ini menciptakan efek bola salju (Gaspersz, 2003)

### b) Cakupan dokumentasi sistem manajemen mutu

Sesuai isi klausul 4.2.1 mengenai persyaratan dokumentasi (umum) maka cakupan dokumentasi Sistem Manajemen Mutu bahwa tiap organisasi dapat menentukan sejauh mana dokumentasi diperlukan dan media yang dipakai.

Struktur dokumentasi standar dapat dibuat menjadi tiga kelompok atau empat kelompok. Dokumen-dokumen tersebut adalah (Christina & Putra, 2006):

a. level 1 : manual mutu ( quality manual )

Manual mutu merupakan dokumen yang memuat sistem manajemen secara umum dan disusun untuk mengarahkan perusahaan dalam menjalankan sistem manajemen mutu.

b. Level 2 : prosedur mutu ( quality procedure )

Prosedur mutu merupakan dokumen yang berisi langkah dan tanggung jawab pelaksana proses manajemen.

c. Level 3 : instruksi kerja ( work instruction )

Instruksi kerja menjelaskan secara rinci bagaimana kegiatan dalam prosedur mutu dilakukan, dimana kegiatan tersebut berada pada suatu departemen.

d. Level 4 : rekaman mutu ( quality record )

Rekaman mutu merupakan suatu bukti obyektif bahwa sistem manajemen mutu telah diterapkan dan dipergunakan untuk membuktikan efektivitasnya.

### c) Penerapan SNI

Standar yang berasal dari bahasa Inggris "*standard*", merupakan terjemahan dari bahasa Perancis "*norme*" yaitu persyaratan yang dinyatakan dalam dokumen dan "*Étalon*" adalah standar fisis atau standar pengukuran dan dalam bahasa Inggris dinyatakan sebagai "*measurement standard*". SNI adalah dokumen berisi *ketentuan teknis (merupakan konsolidasi iptek dan pengalaman)* (aturan, pedoman atau karakteristik) dari suatu kegiatan atau hasilnya yang *dirumuskan secara konsensus* (untuk menjamin agar suatu standar merupakan kesepakatan pihak yang berkepentingan) dan *ditetapkan (berlaku di seluruh wilayah nasional)* oleh BSN untuk dipergunakan oleh pemangku kepentingan dengan tujuan mencapai keteraturan yang optimum ditinjau dari konteks keperluan tertentu (Purwanggono dkk, 2009)

**d) Balai besar kerajinan dan batik (TOEGOE)**

Lembaga Sertifikasi Produk Balai Besar Kerajinan dan Batik (LSPro Balai Besar Kerajinan dan Batik) atau lebih dikenal sebagai LSPro TOEGOE berkedudukan di Balai Besar Kerajinan dan Batik Jl. Kusumanegara No. 7 Yogyakarta. LSPro TOEGOE merupakan Lembaga Sertifikasi Produk yang telah diakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan nomor Akreditasi LSPr-025-IDN yang bertugas melaksanakan sertifikasi produk sesuai dengan standar produk yang diacu dan diakui melalui evaluasi sistem mutu dan penilaian hasil uji.

Kegiatan sertifikasi yang diselenggarakan oleh LSPro BBKB (TOEGOE) bertujuan untuk memberikan perlindungan kepada konsumen dan produsen agar dapat memperoleh atau menghasilkan produk yang bermutu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Tanda kesesuaian produk dengan SNI tersebut dapat dicantumkan pada produk atau kemasan yang digunakan. Dengan pemberian tanda SNI tersebut diharapkan dapat menunjang peningkatan ekspor non migas melalui peningkatan produk yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) melalui pelayanan yang profesional dan memuaskan (Trapsiladi, 2015)

**e) Metode gap analysis**

Menurut Aksorn dan Hadikusumo dalam Prakasa,dkk (2012) Analisis kesenjangan (gap analysis) memiliki pengertian kondisi saat ini dan keinginan atau kondisi tujuan dan penyebab kesenjangan antara keduanya. Dengan melakukan gap analysis, kita dapat mengidentifikasi apa yang kita butuhkan untuk menjembatani kesenjangan yang ada. Di dalam proses penerapan ISO dan atau SNI, gap analysis merupakan langkah awal. Dengan adanya gap analysis diharapkan dapat diketahui langkah-langkah apa yang perlu diambil agar dengan mudah dapat mencapai kondisi atau standard yang diharapkan, dalam hal ini sesuai dengan standard yang ditentukan di dalam ISO dan atau SNI yang dijadikan acuan (Admaja, 2013). Langkah awal dari tool ini adalah menyusun gap analysis checklist yang berfungsi untuk mengidentifikasi gap antara prosedur tertulis dengan proses yang dilakukan. Checklist ini dibuat berdasarkan persyaratan ISO atau SNI. Setelah diketahui secara jelas mengenai kesenjangan (gap) yang ada di perusahaan, maka dapat diambil langkah-langkah untuk mengurangi kesenjangan tersebut (Prakasa dkk, 2012).

Dari hasil brainstorming dengan Balai besar kerajinan dan batik kemudian dirancang alat berupa checklist untuk mengetahui gap yang terjadi. Dari checklist yang dibuat, peneliti melakukan wawancara mendalam dan observasi langsung terkait keadaan aktual UMKM dalam kesiapan SNI. Untuk lebih mengetahui kesiapan UMKM secara lebih spesifik maka checklist dibuat dengan bobot pengisian skor 1-5 pada tiap pernyataan dan akan dilanjutkan dengan range penjumlahan bobot untuk mengetahui posisi kesiapan UMKM secara keseluruhan. Adapun penjelasan skor dan range antara lain:

Skor 1 : Jika organisasi atau perusahaan tidak memahami apa yang diperlukan dan tidak memiliki dokumen

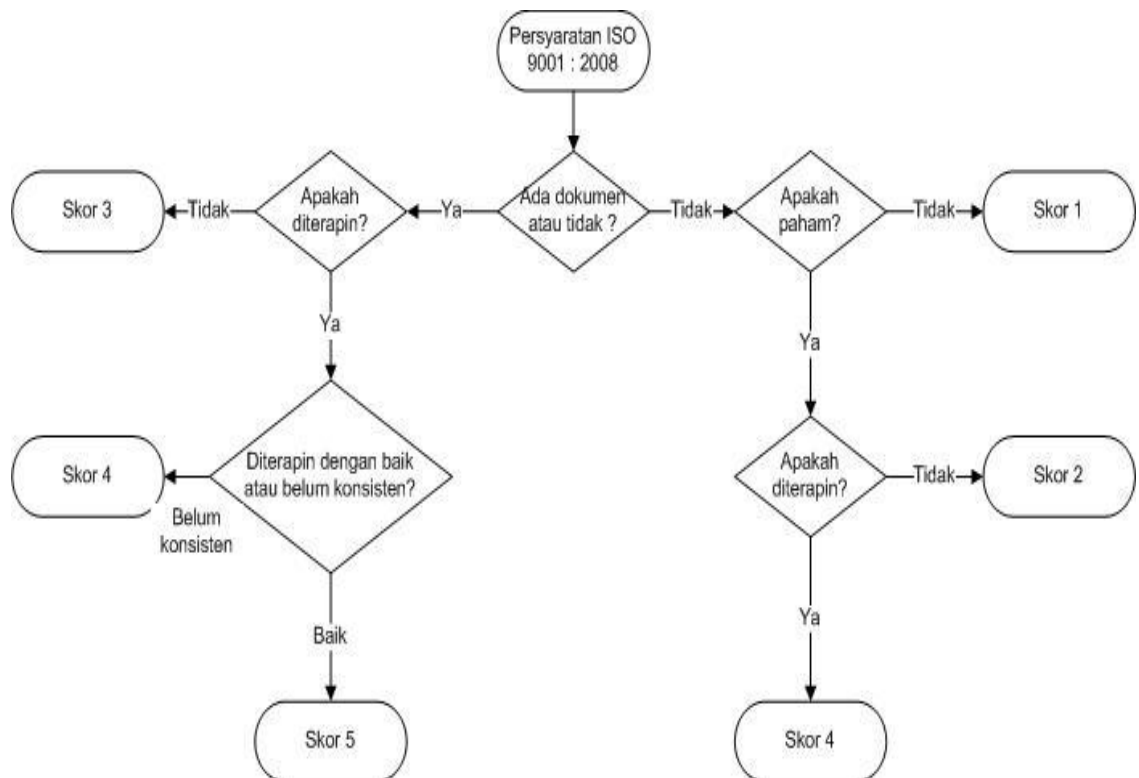
Skor 2 : Jika organisasi atau perusahaan memahami tetapi tidak menerapkan dan tidak memiliki dokumen

Skor 3 : Jika organisasi atau perusahaan memiliki dokumen tetapi belum diterapkan

Skor 4: Jika organisasi atau perusahaan tidak memiliki dokumen namun memahami dan menerapkan atau organisasi memiliki dokumen dan menerapkan namun penerapannya belum konsisten

Skor 5 : Jika organisasi atau perusahaan memiliki dokumen dan menerapkan dengan baik dan konsisten

Langkah-langkah dalam penentuan skor ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram alir penentuan skor

Setelah pembobotan dilakukan terhadap seluruh sub variabel di dalam kuisioner, maka langkah selanjutnya adalah mengolah, menganalisis, dan memposisikan letak kesiapan UKM 16 dalam gap analysis. Berdasarkan ISO 9001:2000 yang terdapat dalam penelitian Arfan & Bambang (2009), berikut adalah pengklasifikasian posisi suatu perusahaan dalam menentukan tingkat kesiapan dalam melakukan sertifikasi SNI:

- 75-100%: perusahaan atau suatu organisasi siap untuk melengkapi persyaratan dan melakukan sertifikasi
- 50-74%: perusahaan atau suatu organisasi masih harus meningkatkan kesiapan untuk persiapan sertifikasi SNI
- 1-49%: kesiapan sangat buruk. Perusahaan perlu meninjau ulang dan memahami tahapan proses dalam sertifikasi karena keadaan berbeda jauh dengan tahapan yang berlaku (Bakhtiar & Purwanggono, 2009).

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2

#### a) Identifikasi variabel penelitian

Variabel penelitian ini merupakan hasil *brainstroming* dengan pihak yang berkompeten untuk sertifikasi batik yaitu Balai Besar Kerajinan dan Batik terkait sertifikasi SNI. Adapun hasilnya :

##### 1) Komitmen manajemen

Komitmen manajemen merupakan bentuk dukungan manajemen dalam menerapkan sistem manajemen yang diterima oleh karyawan. Manajemen puncak harus mengomunikasikan kepada organisasi mengenai pentingnya memenuhi persyaratan pelanggan, peraturan organisasi, persyaratan perundang-undangan dan peraturan lainnya serta memiliki komitmen dalam mengikuti keseluruhan rangkaian sertifikasi SNI sampai selesai.

##### 2) Kelengkapan administrasi

Persyaratan formalitas merupakan aturan wajib administrasi yang harus dipenuhi oleh organisasi dalam mendirikan suatu usaha. Aturan tersebut ditetapkan oleh pemerintah sehingga organisasi memiliki ijin legal. Aturan tersebut antara lain seperti akte pendirian, ijin usaha industri/TDI, sertifikat/tanda merk, SIUP, TDP, NPWP, SIPA.

3) Kelengkapan dokumen dan Penerapan dokumen

Prosedur terdokumentasi harus ditetapkan untuk menetapkan pengendalian yang diperlukan untuk identifikasi, penyimpanan, perlindungan, pengambilan, waktu retensi dan deposisi catatan dll. Pendokumenan penting supaya menghindari kemungkinan kesalahan serta dapat melacak kesalahan untuk diambil tindak perbaikan. Dokumen dibagi menjadi 4 yaitu manual mutu, pedoman mutu, instruksi kerja, dan rekaman mutu. Semua dokumen tersebut mengacu pada ISO 9001:2008 mengenai sistem manajemen mutu. Prosedur yang sudah didokumentasikan harus diterapkan. Untuk mengecek dan mengetahui apakah prosedur dilaksanakan maka organisasi harus bisa memberikan bukti kesesuaian dengan persyaratan dan operasi yang efektif dari sistem manajemen mutu

4) Audit internal

Internal audit adalah pemeriksaan yang dilakukan oleh bagian internal audit perusahaan, baik terhadap catatan ketidaksesuaian, maupun ketaatan terhadap kebijakan manajemen puncak yang telah ditentukan. Audit internal berfungsi untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian yang terjadi dan tindakan korektif terhadap masalah tersebut dengan mempertimbangkan hasil audit sebelumnya. Setiap tindakan korektif harus dilakukan dari akar permasalahan semaksimal supaya tepat dan efektif untuk kelangsungan pekerjaan dan tidak akan terulang lagi ketidaksesuaian tersebut. Hasil audit dicatat dalam laporan ketidaksesuaian yang dibagi menjadi dua yaitu mayor dan minor.

Setiap variabel akan diukur dengan menggunakan sub variabel, Berikut adalah struktur variabel beserta sub variabel yang digunakan dalam penelitian ini :

**Tabel 1. Sub variabel penelitian**

No	Variabel	Sub Variabel
1	Komitmen Manajemen	Manajemen puncak mengkomunikasikan kepada seluruh organisasi tentang pentingnya memenuhi persyaratan pelanggan dan undang - undang serta peraturan
		Manajemen puncak sudah membentuk tim manajemen mutu
		Organisasi melakukan sosialisasi tentang pencapaian kualitas
2	Kelengkapan Administrasi	Organisasi memiliki dokumen Akte Pendirian
		Organisasi memiliki dokumen Ijin usaha industri (TDI)
		Organisasi memiliki dokumen tanda daftar merek
		Organisasi memiliki dokumen SIUP
		Organisasi memiliki dokumen TDP
		Organisasi memiliki dokumen NPWP
		Organisasi memiliki dokumen SIPA

**Lanjutan Tabel 1. Sub variabel penelitian**

No	Variabel	Sub Variabel
3	Kelengkapan dan Penerapan Dokumen	
3A	Manual Mutu	Organisasi memiliki aturan untuk mengontrol proses produksi
		Organisasi memiliki kebijakan mutu perusahaan
		Organisasi memiliki struktur organisasi dan uraian tugas serta tanggung jawab dan wewenang secara jelas
		Organisasi memiliki visi misi sesuai dengan karakteristik organisasi
		Organisasi memiliki tujuan dan sasaran mutu yang baik
3B	Prosedur Mutu	Organisasi memiliki panduan mutu di organisasi tersebut
		Organisasi meninjau panduan mutu di organisasi tersebut
		Organisasi memastikan bahwa dokumen tetap dapat dibaca dan dapat diidentifikasi
		Organisasi memiliki kontrol dokumen dan lembar pengecekan proses produksi
		Organisasi memperjelas kondisi pemeliharaan tentang peralatan dalam sebuah dokumen
		Organisasi memiliki prosedur yang menjelaskan tentang pemenuhan permintaan spesifikasi dan penanggung jawabnya
		Organisasi mengendalikan produk sehingga mudah tertelusur
		Organisasi memisahkan produk yang cacat dan mencegah bercampur dengan produk yang kondisinya bagus
		Organisasi meninjau ketidaksesuaian produk sesuai dengan standar mutu ( termasuk keluhan pelanggan)
		Organisasi memiliki metode untuk tindakan perbaikan dan tindakan pencegahan
		Organisasi memiliki metode untuk tindakan perbaikan dan tindakan pencegahan
3C	Instruksi Kerja	Organisasi menentukan klasifikasi operator berdasarkan keterampilan yang dibutuhkan
		Organisasi menentukan dengan jelas tentang peralatan, metode kerja, kondisi proses, alat ukur dan lain - lain, untuk memastikan kualitas selama proses produksi
		Organisasi menerapkan penanganan, penyimpanan, jenis kemasan, pengepakan, sesuai dengan persyaratan dan memeliharanya dari penerimaan sampai dengan pengiriman produk

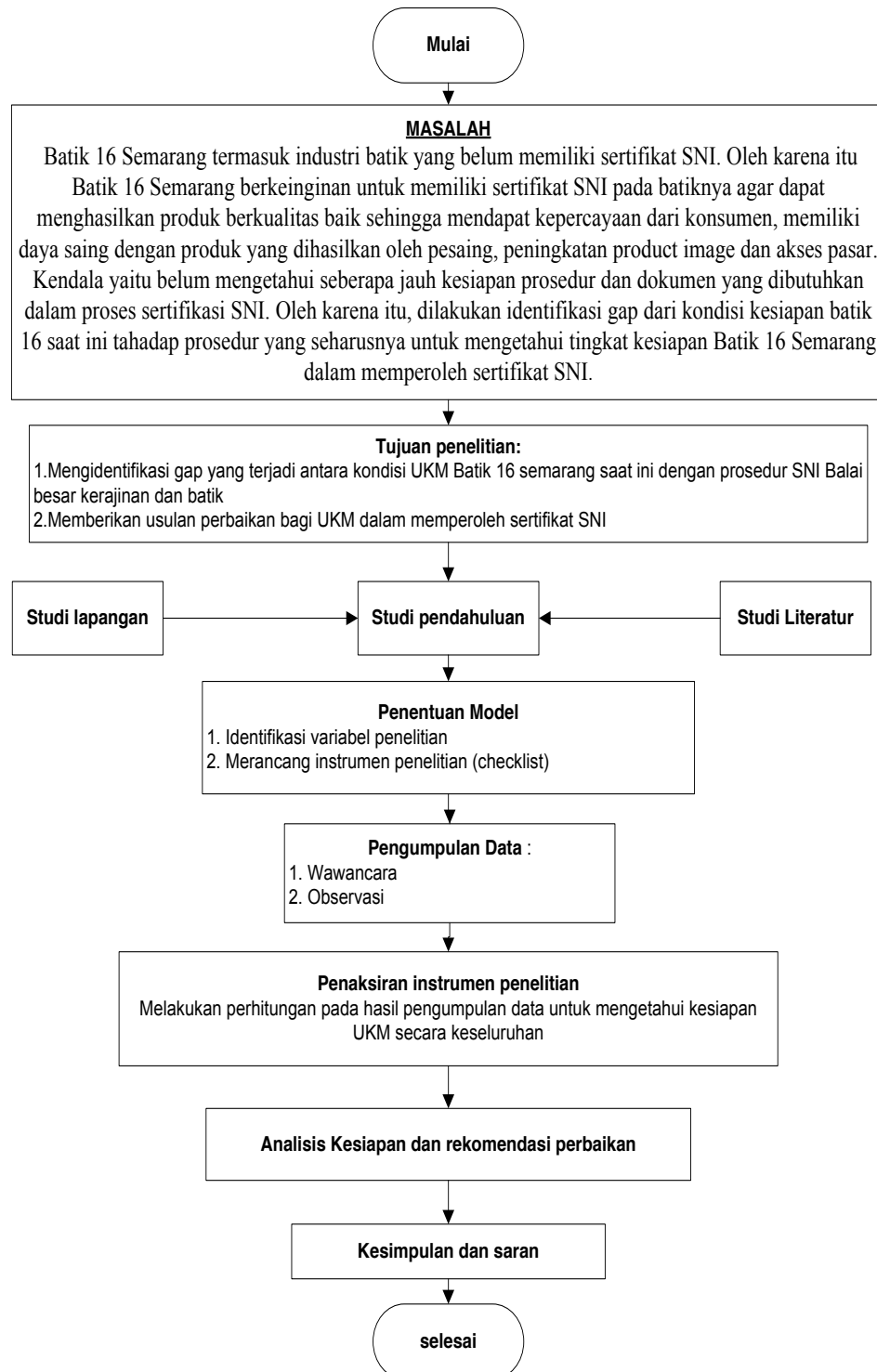


**Lanjutan Tabel 1. Sub variabel penelitian**

No	Variabel	Sub Variabel
3D	Rekaman Mutu	Organisasi memiliki metode penyimpanan, perbaikan, persetujuan, identifikasi, dan distribusi terhadap dokumen
		Organisasi melakukan pemeliharaan terhadap dokumen
		Organisasi menyimpan data / arsip mengenai pelatihan
		Organisasi memiliki dokumen hasil pengembangan ulang desain dan tindakan yang diperlukan
		Organisasi memeriksa produk pertama dan produk terakhir kemudian mendatanya
4	Audit Internal	Apakah anda menerapkan audit mutu internal
		Organisasi menerapkan tindakan perbaikan untuk masalah - masalah yang ditemukan dalam kegiatan audit internal tersebut

Setiap sub variabel akan dijadikan dasar bagi peneliti untuk merancang kuisisioner yang akan dibagikan kemudian kepada responden. Setiap sub variabel akan diukur dengan menggunakan skala likert (1-5) berdasarkan pola alur seperti tertera di Gambar 1. Sebagai contoh, pada variabel 1 (komitmen manajemen) terdapat 3 sub variabel, dimana ketiga sub variabel dapat diisi oleh responden dari skala 1-5. Sehingga nilai maksimal yang dapat diperoleh variabel 1 adalah 15, dengan asumsi apabila responden memberikan skala 5 pada ketiga sub-variabel dari variabel 1. Namun apabila responden memberi skala yang berbeda terhadap masing-masing sub variabel 1, maka nilai akhir dapat diperoleh dengan cara menjumlahkan ketiga skala yang diberikan responden terhadap sub variabel.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Metode penelitian

#### 4. HASIL PENGOLAHAN DATA

Hasil perhitungan skor ini berguna untuk menilai kesiapan UMKM pada masing-masing variabel berdasarkan Balai Besar Kerajinan dan Batik. Hasil total skor masing-masing variabel dari hasil *checklist* ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

*Tabel 1 Hasil Skor Data Checklist*

No	Variabel	Nilai	Nilai Maksimal	Presentase
1	Komitmen Manajemen	12	15	80%
2	Kelengkapan Administrasi	31	35	88%
3	Kelengkapan dan penerapan dokumen			
	A. Manual Mutu	16	25	64%
	B. Prosedur Mutu	41	50	82%
	C. Instruksi Kerja	11	15	73%
	D. Rekaman Mutu	24	25	96%
4	Audit Internal	3	10	30%
5	Tinjauan Manajemen	8	10	80%
6	Proses Sertifikasi SNI	2	10	20%

Setelah dilakukan pengolahan data, maka hasil dari pengolahan data dapat dilihat sebagai berikut. Untuk variabel komitmen manajemen mendapatkan total skor 12 dari total skor maksimal 15 sehingga presentase kesiapannya adalah sebesar 85%. Untuk variabel kelengkapan administrasi mendapatkan total skor 31 dari total skor maksimal 35 sehingga presentase kesiapannya adalah sebesar 88%. Untuk variabel kelengkapan dan penerapan dokumen memiliki 4 kategori pernyataan dimana kategori pernyataan manual mutu mendapatkan total skor 16 dari total skor maksimal 25 sehingga presentase kesiapannya adalah 64%. Untuk kategori pernyataan prosedur mutu mendapatkan total skor 41 dari total skor maksimal 50 sehingga presentase kesiapannya adalah 82%. Untuk kategori pernyataan instruksi kerja mendapatkan total skor 11 dari total skor maksimal 15 sehingga presentase kesiapannya adalah 73%. Untuk kategori pernyataan rekaman mutu mendapatkan total skor 24 dari total skor maksimal 25 sehingga presentase kesiapannya adalah 96%. Untuk variabel audit internal mendapatkan total skor 3 dari total skor maksimal 10 sehingga presentase kesiapannya adalah 30%. Untuk variabel tinjauan manajemen mendapatkan total skor 8 dari total skor maksimal 10 sehingga presentase kesiapannya adalah 80% dan terakhir variabel proses sertifikasi SNI mendapatkan total skor 2 dari total skor maksimal 10 sehingga presentase kesiapannya adalah 20%.

#### 5. ANALISIS HASIL PENGOLAHAN DATA

Berdasarkan hasil penelitian serta pengolahan data yang dilakukan, maka dapat ditemukan penyebab utama kurangnya kesiapan UMKM Batik 16 dalam menghadapi proses sertifikasi. Yang pertama adalah belum adanya dokumen Ijin Usaha Industri (TDI). Hal ini dikarenakan pihak manajemen menganggap bahwa dokumen TDI dan TDP mempunyai fungsi yang sama sehingga tidak diperlukan lagi untuk pembuatan TDI. Hal ini dapat mengganggu kelancaran proses sertifikasi SNI secara administratif. Lalu hal utama yang menjadi kendala bagi UMKM Batik 16 adalah UMKM belum memiliki tujuan dan sasaran mutu yang baik. Manajemen masih belum memahami dan mengetahui apa pentingnya sasaran dan tujuan mutu perlu dibuat. Padahal hal ini dapat menjadi target dan sasaran manajemen dalam mencapai kualitas produk yang sesuai dengan standar.

Lalu perlu dibuat dokumen untuk pengecekan proses produksi. Ini sebagai bagian dari kontrol untuk pihak manajemen memastikan bahwa seluruh proses dari bahan baku hingga bahan jadi sudah sesuai dengan standar dan dapat dilihat apabila ada proses yang menyimpang dari prosedur. Pemilihan operator juga diharapkan kedepan dapat sesuai dengan keterampilan yang dibutuhkan. Hal ini sangat penting karena mutu produk Batik 16 sangat tergantung dengan seberapa cakap operator mengoperasikan hingga menjadi produk batik. Lalu perlu dilakukan proses audit internal sebagai suatu bentuk proses

kontrol secara berkesinambungan dan terus melakukan proses perbaikan untuk mencapai kualitas produk yang meningkat ke arah yang lebih baik. Serta diperlukan bagi UMKM Batik 16 untuk memahami proses proses apa saja yang dilakukan dalam proses skema alur sertifikasi SNI. Hal ini untuk mempersiapkan pihak manajemen dalam mengantisipasi seluruh proses yang akan dilakukan.

Dari beberapa variabel yang mempengaruhi rendahnya presentase kesiapan UMKM Batik 16 dalam menghadapi proses sertifikasi diatas, hampir seluruhnya mendapat nilai dibawah 3 dalam pengisian kuisioner. Yang berarti bahwa variabel tersebut tidak dipahami oleh UMKM atau variabel tersebut dipahami namun tidak dijalankan pada kegiatan operasional sehari-hari dan tidak memiliki dokumennya. Sehingga diharapkan apabila variabel utama penyebab rendahnya kesiapan UMKM Batik 16 dapat dibenahi, diharapkan presentase tingkat kesiapan UMKM Batik 16 dapat meningkat dan UMKM Batik 16 dapat dinyatakan siap menghadapi proses sertifikasi SNI. Kemudian untuk hasil non checklist yang tidak dibobotkan didapatkan bahwa saat ini pengetahuan UMKM 16 mengenai SNI batik masih sangat sedikit. Terbukti dengan pernyataan bahwa UMKM belum mengetahui mengenai SNI batik secara detail. Informasi yang didapat hanya sebatas bahwa adanya SNI batik dan sekarang sedang proses menjadi SNI wajib, namun belum mengetahui skema alur proses sertifikasi, dokumen-dokumen apa saja yang harus dipersiapkan untuk memperlancar proses sertifikasi dan tidak mengetahui bahwa terdapat 13 macam SNI batik. Namun sedikitnya informasi mengenai SNI batik tidak membuat UMKM 16 mundur tetapi malah tekad yang besar untuk bersedia mengikuti proses sertifikasi hingga akhir. Oleh karena itu UMKM memilih SNI 04-055 tahun 2006 yaitu batik tulis kain primissima karena kain primissima merupakan kain yang paling bagus dan dengan batik tulis maka seni nya akan lebih keluar dan harganya pun jauh lebih tinggi dibanding batik yang lain.

Proses produksi merupakan hal yang dimiliki oleh masing-masing UMKM. Meskipun sama-sama dibidang batik tetapi belum tentu memiliki proses produksi yang sama. Oleh karena itu maka dibuat persyaratan untuk mengendalikan proses produksi yang berbeda-beda. Dalam mencapai SNI maka terdapat syarat mutu dimana batik harus diuji sehingga batik tersebut aman dan memiliki kualitas yang baik. Dalam bidang ini UMKM pastinya sudah memiliki proses produksi untuk memproduksi batik namun belum mengetahui apakah proses produksi yang dilakukan sekarang sudah sesuai dengan SNI batik dan lolos uji atau belum.

Untuk menjamin bahwa batik yang diproduksi aman dan berkualitas baik maka harus dilakukan pengujian terhadap mutu batik tersebut. Saat ini UMKM belum pernah melakukan uji mutu dikarenakan tidak mengetahui jika untuk mendapatkan sertifikat SNI, batik yang bersangkutan harus diuji. UMKM juga baru mengetahui apabila dari 13 SNI batik yang ada ternyata memiliki syarat mutu yang berbeda pula. Untuk sekarang UMKM memilih SNI 04-055-2006 apabila akan melakukan uji produk.

## 6. LIMITASI PENELITIAN

Dalam kaitannya dengan limitasi, penelitian ini hanya mengukur secara kuantitatif tingkat kesiapan UKM Batik 16 dalam kaitannya dengan kesiapan untuk menghadapi sertifikasi SNI, dimana hal tersebut menjadi kekuatan penting dalam penelitian ini. Namun, penelitian ini tidak dapat memberikan saran dan rekomendasi yang signifikan dalam kaitannya dengan bagaimana cara UKM Batik 16 agar mampu berhasil dalam melakukan sertifikasi SNI. Lebih lanjut, beberapa saran mungkin dapat diberikan, namun tidak mengacu pada suatu metode kuantitatif tertentu yang dimana kecil kemungkinan akan berhasil kedepannya.

Sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk membahas strategi apa yang harus dilakukan oleh UKM Batik 16 untuk berhasil melewati sertifikasi SNI, tentunya didukung dengan menggunakan metode kuantitatif agar rekomendasi yang diberikan dapat lebih mampu diukur dengan satuan angka.

## 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### a) Kesimpulan

Untuk kesiapan UMKM Batik 16 dalam menghadapi proses sertifikasi SNI masih perlu untuk mempersiapkan dokumen-dokumen yang kurang dan menerapkan apa yang telah didokumentasikan agar kesiapan UMKM meningkat. Dimana pembagian presentase tiap variabel pengukurannya adalah Untuk variabel komitmen manajemen total presentase kesiapannya adalah sebesar 85%. Untuk variabel kelengkapan administrasi presentase kesiapannya adalah sebesar 88%. Untuk variabel kelengkapan dan penerapan dokumen memiliki 4 kategori pernyataan dimana kategori pernyataan manual mutu presentase kesiapannya adalah 64%. Untuk kategori pernyataan prosedur mutu presentase kesiapannya adalah 82%. Untuk kategori pernyataan instruksi kerja presentase kesiapannya adalah 73%. Untuk kategori pernyataan rekaman mutu presentase kesiapannya adalah 96%. Untuk variabel audit internal presentase kesiapannya adalah 30%. Untuk variabel tinjauan manajemen presentase kesiapannya adalah 80% dan terakhir variabel proses sertifikasi SNI presentase kesiapannya adalah 20%.

### b) Saran

Usulan perbaikan yang dapat diberikan berdasarkan analisis hasil pengolahan data di UMKM Batik 16 adalah Briefing harus tetap dilaksanakan, tim manajemen mutu yang sudah dibentuk harus di laksanakan, manajemen puncak harus memberikan waktu untuk memantau sistem manajemen mutu, perlu dibuat dokumen ijin usaha industri (TDI) agar kesiapan UMKM Batik 16 dalam menghadapi proses sertifikasi SNI tidak terkendala aspek administrasi, SOP proses produksi yang sudah di terapkan harus di dokumentasikan secara tertulis, kebijakan mutu harus mencerminkan mengenai batik 16, visi misi yang sudah didokumentasikan harus diterapkan, apabila telah dibuat sasaran mutu maka harus dituliskan dalam dokumen, semua dokumen yang berhubungan dengan proses produksi dan karyawan diletakkan ditempat yang mudah ditemukan, UMKM harus membuat lembar pengecekan proses produksi, UMKM memiliki catatan khusus mengenai pemeliharaan mesin, setiap ketidaksesuaian produk harus ditulis lengkap, UMKM harus membuat klasifikasi operator yang memegang kendali proses produksi, melakukan audit internal, pelaksanaan tinjauan manajemen perlu dijadwalkan dan dikomunikasikan kepada UMKM terlebih dahulu, manajemen harus mengontrol setiap tinjauan manajemen dan melakukan analisis terhadap temuan yang ada, UMKM 16 harus lebih banyak mencari informasi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan sertifikasi SNI, mempersiapkan untuk pengujian produknya dan melakukan uji sehingga batik yang diproduksi terjamin mutunya

## PUSTAKA

- Admaja, A. F. (2013). "Studi Kesiapan Direktorat Standarisasi dalam Menerapkan SNI ISO/IEC 17065" *Jurnal Buletin Pos dan Telekomunikasi*. vol. 11, no. 3, pp. 223-234.
- Awalia, N. R. (2015). *Analisis Pertumbuhan Teknologi Produk Domestik Bruto, dan Ekspor Sektor Industri Kreatif Indonesia*. Institut Pertanian Bogor .
- Bakhtiar, A., & Purwanggono, B. (2009). "Analisis Implementasi Sistem Manajemen Kualitas ISO 9001 : 2000 dengan Menggunakan Gap Analysis Tools" *JATI Undip*. vol. IV, no. 3, pp. 163-170.
- Christina, D., & Putra, A. (2006). Implementasi Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 : 2000 di PT. Mulchido Surabaya.
- Gaspersz, V. (2003) . *ISO 9001:2000 and Continual Quality Improvement*, Jakarta: PT. Gramedia Ristaka Utama.
- Koran Jakarta. (2012). "Mengangkat Batik Berlabel SNI". Jakarta.
- Prakasa, A. T., Setyanto, N. W., & Kusuma, L. T. (2012). "Analysis The Implementation of Quality Management System ISO 9001:2008 Using GAP Analysis Tools" *Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. vol. 3, no. 1, pp. 11-21. Teknik Industri Unibraw.
- Purwanggono, B., Abduh, S., Nurjanah, Habibie, F.H., Trilaksani, W., Bakhtiar, A., et al. (2009). *Pengantar Standarisasi*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Rahardjo, B., Haryono, T., Suseno, H., & Widiwardono, Y. K. (2011). *SNI Penguat Daya Saing*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sabar. (2012) "IKM Batik Enggan terapkan SNI" Retrieved from [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id).
- Sari, E. W. (2013). *Motif Parang Rusak Sebagai Inspirasi Penciptaan Media Promosi Galeri Batik Miranda Yogyakarta*: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Trapsiladi. (2015). "Sertifikasi" Retrieved from [www.batik.go.id](http://www.batik.go.id).

## PENGARUH DIMENSI E – SERVQUAL, SATISFACTION DAN TRUST TERHADAP LOYALITAS PENGGUNA LAYANAN E-COMMERCE INDONESIA (STUDI KASUS : PENGGUNA LAYANAN E-COMMERCE DI PULAU JAWA)

Darminto Pujotomo<sup>1</sup>, Sriyanto<sup>2</sup>, Mochammad Hasanudin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: [darminto\\_pujotomo@yahoo.com](mailto:darminto_pujotomo@yahoo.com)

### ABSTRAK

Besarnya peluang dalam dunia *e-commerce* di Indonesia harus disikapi dengan bijak oleh para pengelola *e-commerce* yang ada. Menurut data penelitian APJII, tingkat penggunaan layanan *e-commerce* di Indonesia masih rendah. Rendahnya tingkat pengguna layanan *e-commerce* ini diindikasikan karena adanya ketidakpuasan pengguna dan adanya persepsi akan buruknya kualitas pelayanan yang diberikan oleh pengelola *e-commerce* selain itu juga adanya ketakutan pengguna akan tingginya angka kriminal mengenai transaksi online yang mempengaruhi kepercayaan mereka. Dengan adanya fenomena tersebut pengelola perlu mengetahui besarnya pengaruh dari variabel – variabel tersebut terhadap loyalitas dari pengguna layanan *e-commerce* di Indonesia. Untuk mengetahui pengaruh dari variabel *e-servqual* (*electronic service quality*), *satisfaction* (kepuasan), dan variabel *trust* (kepercayaan) terhadap tingkat loyalitas pengguna *e-commerce* dapat dilakukan analisis menggunakan metode *structural equation modelling*. Dari hasil penelitian didapatkan hanya variabel kepuasan dan kepercayaan yang memiliki pengaruh positif, sedangkan variabel *e-servqual* justru memiliki pengaruh negatif. Variabel yang paling mempengaruhi loyalitas pengguna *e-commerce* adalah variabel kepuasan dengan nilai *estimate value* 3,22.

**Kata Kunci:** *E-commerce*, *E-servqual*, Kepercayaan, Kepuasan, Loyalitas, SEM

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan Ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat dalam 2 dekade terakhir ini membuat banyak perubahan dalam menjalani kehidupan, salah satunya dalam perkembangan dunia internet. Perkembangan teknologi internet dan jaringan internet yang sekarang sudah dapat dikatakan menyebar rata sampai ke pelosok Indonesia ini membawa sebuah wadah perdagangan baru yang belum pernah ada sebelumnya, yaitu layanan *e-commerce*. Peluang *e-commerce* di Indonesia sangat besar, ini ditunjukkan dari besarnya jumlah pengguna internet di Indonesia yang mencapai 34,9% dari total penduduk Indonesia. Selain itu jumlah nilai transaksi dalam bisnis *e-commerce* di Indonesia juga menyentuh nilai yang fantastis sebesar US\$ 3,56 miliar pada tahun 2015.

Namun besarnya peluang dalam bisnis *e-commerce* di Indonesia ini belum dapat dieksploitasi secara penuh oleh para pengelola *e-commerce* di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari data penelitian Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia atau APJII yang dilakukan pada 2015 tentang profil pengguna internet Indonesia di tahun 2014. Dari hasil penelitian APJII didapatkan data bahwa sebagian besar pengguna internet di Indonesia masih belum menggunakan layanan *e-commerce*, yaitu sebesar 72,7%. Ada beberapa faktor yang membuat mereka, para pengguna internet Indonesia belum menggunakan layanan *e-commerce*, salah satunya adalah adanya persepsi bahwa layanan *e-commerce* tidak memberikan kualitas pelayanan yang baik kepada para penggunanya (APJII, 2015).

Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh *rakuten smartshopping* pada tahun 2013 mengenai perilaku konsumen online Indonesia, didapatkan data bahwa 84% pengguna layanan *e-commerce* merasa tidak puas dengan pelayanan yang diberikan oleh pengelola *e-commerce*. Adanya ketidakpuasan ini pada akhirnya membuat mereka enggan untuk terus menggunakan layanan *e-commerce* untuk keperluan mereka selanjutnya. Selain itu faktor kepercayaan para pengguna internet di Indonesia terhadap layanan *e-commerce* juga perlu diperhatikan. Kepercayaan para pengguna internet Indonesia ini sangat bergantung pada tingkat keamanan dari transaksi yang mereka lakukan. Saat ini Indonesia merupakan negara peringkat ke-2 dalam hal kejahatan *carding* di dunia menurut laporan *security clear commerce* di Texas USA.

Fakta – fakta diatas perlu diperhatikan dan dipertimbangkan oleh pengelola *e-commerce* di Indonesia. pengelola *e-commerce* di Indonesia perlu memperhatikan jaminan kepuasan, kepercayaan dan kualitas pelayanan yang mereka berikan kepada para pengguna maupun calon pengguna dari layanan *e-commerce* mereka. Hal ini dilakukan untuk menjaga loyalitas dari pengguna layanan mereka dan dalam usaha mereka meningkatkan jumlah pengguna layana mereka. Loyalitas pengguna merupakan faktor penting untuk membangun dan menjaga hubungan dengan *customer* pada jenis bisnis *online service* (Kassim & Asiah, 2010). Selain itu loyalitas dari *internet consumer* juga sangat sulit untuk dipertahankan dan diperlukan biaya yang tinggi untuk mempertahankannya (Van Riel dkk, 2001). Untuk itu perlu ditinjau lebih dalam apa variabel atau faktor yang mempengaruhi loyalitas dari pengguna layana *e-commerce* sehingga pengelola dapat menentukan langkah yang tepat untuk meningkatkan loyalitas dari pengguna layanan mereka.

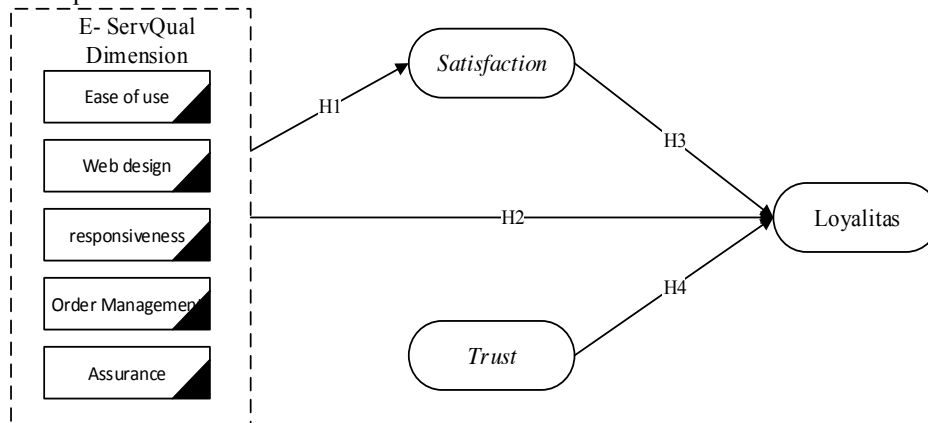
## 2. METODE PENELITIAN

### a) Desain dan Hipotesis Penelitian

Data penelitian pada penelitian ini didapatkan dari penyebaran kuesioner penelitian dengan responden merupakan mereka yang pernah menggunakan layanan *e-commerce* dalam 6 bulan terakhir dan sedang berdomisili di Pulau Jawa. *E-commerce* yang menjadi konsentrasi penelitian ini hanya *e-commerce* dengan menyertakan provider / pengelola bukan *e-commerce* perseorangan menggunakan media sosial. Kuesioner yang digunakan pada penelitian ini merupakan kuesioner dengan menggunakan penilaian berdasarkan skala linker 1 – 5 dengan ketentuan (Takhire & Joorshari, 2015) :

- 1 = sangat tidak setuju
- 2 = tidak setuju
- 3 = netral
- 4 = setuju
- 5= sangat setuju

Penelitian ini akan mencari hubungan antara variabel *e-servqual*, *satisfaction* dan variabel *trust* dalam mempengaruhi variabel loyalitas pengguna layanan *e-commerce*. Hubungan antar variabel pada penelitian ini dapat dilihat pada model struktural pada Gambar 1. Untuk memudahkan dalam pengukuran variabel, digunakan indikator pada tiap variabel yang akan digunakan pada penyusunan kuesioner. Indikator pada variabel yang digunakan pada penelitian ini disebut sebagai variabel *manifest* atau merupakan variabel *observed* pada metode SEM.



Gambar 1. Model struktural penelitian

Variabel *e-servqual* pada penelitian ini akan diwakili oleh 5 Indikator yang merupakan 5 dimensi dari *e-servqual* yaitu *ease of use*, *website design*, *responsiveness*, *order management*, dan indikator *assurance* (Kassim & Abdullah, 2010). Untuk variabel *satisfaction* akan diwakili oleh 4 indikator yaitu *online shopping convenience*, *merchandising and information offering*, *site design*, dan indikator *financial security* (Szmani & Hise 2000). Sedangkan Variabel *trust* dan loyalitas akan diwakilkan oleh 3 dan 2 indikator yaitu *ability*, *benevolence* dan *integrity* (Rofiq, 2007) untuk variabel *trust* dan indikator *intention of buying* dan *wom* (Kassim & Abdullah, 2010) untuk variabel loyalitas. Tiap – tiap indikator penelitian akan diwakili oleh poin – poin pertanyaan yang akan dijadikan pertanyaan pada kuesioner pada penelitian ini. Untuk mendapatkan nilai hubungan antar variabel, pada penelitian ini akan digunakan metode *Structural Equation Modelling* (SEM). SEM merupakan sebuah model statistik yang memberikan

perkiraan perhitungan dari kekuatan hubungan hipotesis di antara variabel dalam sebuah model teoritis, baik secara langsung atau melalui model antara (*intervening or mediating variabels*) (Mustafa & Wijaya, 2012).

Pada penelitian ini akan digunakan 4 hipotesis penelitian, hubungan variabel yang diwakilkan pada tiap – tiap hipotesis dapat dilihat pada model structural pada penelitian ini pada Gambar 1. Berikut ini hipotesis penelitian yang dipakai pada penelitian ini :

- H1 : E-service quality memiliki hubungan positif dengan Satisfaction pengguna e-commerce
- H2 : E-service quality memiliki hubungan positif dengan loyalitas pengguna e-commerce.
- H3 : Satisfaction memiliki hubungan positif dengan loyalitas pengguna e-commerce
- H4 : Trust memiliki hubungan positif dengan loyalitas pengguna e-commerce

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a) Pengolahan Data

Dari hasil penyebaran kuesioner penelitian, didapatkan data kuesioner sebanyak 127 responden. Jumlah ini sudah memenuhi minimal jumlah sampel yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu sebanyak 5 kali jumlah indikator penelitian (Hair dkk dalam Ghazali, 2008), dengan jumlah indikator sebanyak 14 maka minimal jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 70 sampel. Setelah mendapatkan jumlah data sesuai dengan syarat minimal penelitian, selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan metode SEM. Sebelum melakukan pengolahan menggunakan metode SEM sebelumnya harus ditentukan terlebih dahulu *path diagram* yang akan digunakan pada penelitian ini.

*Path diagram* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Setelah menentukan *path diagram* yang akan digunakan, selanjutnya dilakukan perumusan persamaan yang akan digunakan pada penelitian ini berdasarkan dari *path diagram* yang telah dibuat. Terdapat 2 persamaan yang dirumuskan, yaitu persamaan struktural dan persamaan spesifikasi model pengukuran. Berikut ini persamaan – persamaan hasil konversi dari *path diagram* pada penelitian ini :

1. *Structural equation* : Pada metode SEM persamaan struktural dibentuk untuk menggambarkan hubungan kausalitas antar tiap konstruk dengan standar persamaan sebagai berikut :

$$\text{Variabel Endogen} = \text{Variabel Eksogen} + \text{Variabel Endogen} + \text{error} \quad (1)$$

Maka pada penelitian ini, bentuk dari persamaan strukturalnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Loyalitas} = \beta_1 \text{ satisfaction} + \gamma_1 \text{ e-service quality} + \gamma_2 \text{ trust} + Z_1 \quad (2)$$

$$\text{Satisfaction} = \gamma_1 \text{ e-service quality} + Z_2 \quad (3)$$

*Measurement model* : Persamaan spesifikasi model pengukuran pada masing – masing variabel penelitian sebagai berikut :

• Variabel endogen:

$$S_1 = \lambda_1 + e_6$$

$$S_2 = \lambda_2 + e_7$$

$$S_3 = \lambda_3 + e_8$$

$$S_4 = \lambda_4 + e_9$$

$$L_1 = \lambda_5 + e_{13}$$

$$L_2 = \lambda_6 + e_{14}$$

• Variabel eksogen

$$D_1 = \lambda_7 + e_1$$

$$D_2 = \lambda_8 + e_2$$

$$D_3 = \lambda_9 + e_3$$

$$D_4 = \lambda_{10} + e_4$$

$$D_5 = \lambda_{11} + e_5$$

$$T_1 = \lambda_{12} + e_{10}$$

$$T_2 = \lambda_{13} + e_{11}$$

$$T_3 = \lambda_{14} + e_{12}$$

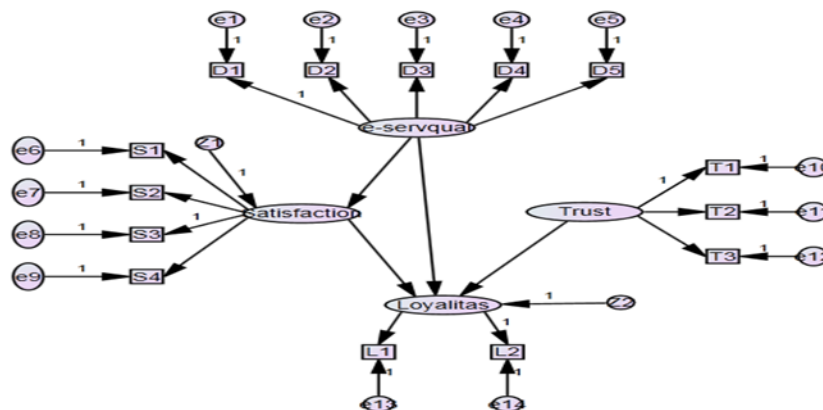
Setelah menentukan *path diagram* dan telah merumuskan persamaan yang digunakan pada penelitian ini. Selanjutnya dilakukan tahapan – tahapan pengolahan data berikutnya dari analisis SEM yaitu :

• Identifikasi Model

Pengolahan data model pengukuran ini disebut juga dengan *confirmatory factor analysis (CFA)*. Dalam tahapan CFA ini akan didapatkan gambaran mengenai analisis konfirmatori diagram jalur antar variabel



laten eksogen dan diagram jalur antar variabel laten endogen. Pada penelitian ini variabel laten eksogen meliputi *e-service quality* dan *trust*. Sedangkan variabel laten endogen meliputi *satisfaction* dan *loyalitas*.



Gambar 2. Path diagram full model

Dari hasil analisis identifikasi model pada penelitian ini menggunakan metode *confirmatory factor analysis*, didapatkan nilai *estimate* dan *probability* dari tiap variabel, baik pada variabel endogen maupun eksogen telah memenuhi kriteria yaitu memiliki nilai C.R > 1,96 maupun nilai P < 0,05 serta nilai *estimate* pada *standardized regression weight* lebih dari 0,5. Dari hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa setiap indikator dan variabel yang akan digunakan pada penelitian ini telah sesuai dan dapat digunakan pada penelitian.

- Evaluasi Model

Setelah model lulus identifikasi pada analisis konfirmatori, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi pada model. Evaluasi pada model ini digunakan untuk memastikan data yang digunakan pada model dapat diterapkan sesuai dengan estimasi yang digunakan. Pada penelitian ini teknik estimasi yang digunakan adalah *maximum likelihood*. Pada estimasi *maximum likelihood (ML)* model diidentifikasi pada normalitas, data *outliner*, reliabilitas data, dan nilai AVE. Berikut ini tahapan evaluasi model pada penelitian ini:

- Normalitas Data

Evaluasi model pertama adalah menguji normalitas multivariate dari data yang digunakan pada model. Model akan dinyatakan normal saat memiliki nilai *critical ration (c.r)*  $\pm 2,58$  secara multivariate (Wijaya dalam Haryono & Wardoyo, 2012). Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *c.r multivariate* data awal bernilai 10,019. Nilai ini jauh diatas batas nilai yang diajukan untuk nilai *c.r multivariate*. Untuk membuat data normal, dilakukan drop pada data *outliner* dari model. Setelah dilakukan pengeluaran data mencapai 30 data *observerd*, model baru memiliki nilai *critical ratio* sesuai yang diinginkan. *C.r multivariate* data setelah dilakukan pengeluaran data didapatkan sebesar 2,506 nilai ini dibawah nilai *c.r multivariate* yang disyaratkan.

- Evaluasi Outliner

Outlier merupakan kondisi observasi suatu data yang memiliki karakteristik unik yang terlihat sangat berbeda jauh dari observasi-observasi lainnya dan muncul dalam bentuk ekstrim, baik dalam bentuk variabel tunggal maupun kombinasi (Hair dkk dalam Ghazali, 2008). Data *outliner* dapat dilihat dari nilai *mahalanobis d-square* yang memiliki nilai lebih besar dari nilai *chi-square* data. Pada model penelitian ini, nilai *chi-square* dengan derajat kebebasan (indikator) 14 dan signifikansi 0,05 adalah 23,68. Dari data hasil pengolahan didapatkan *observation number* yang memiliki nilai diatas nilai yang disyaratkan tersebut, sehingga perlu dilakukan drop atau pengeluaran data. Hal ini dilakukan sampai data dinyatakan normal, yaitu saat nilai *c.r multivariate*  $\pm 2,58$ .

- Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah ukuran konsistensi internal dari indikator –indikator sebuah variabel bentukan yang menunjukkan derajat sampai dimana masing – masing indikator itu mengindikasikan sebuah variabel bentukan yang umum ( Haryono & Wardoyo, 2013). Menurut Ghazali dalam Haryono dan Wardoyo (2013) *Cut – off value* dari reliabilitas variabel adalah  $\geq 0,7$  dengan rumus reliabilitas :

$$\text{Construct reliability} = \frac{(\sum \text{standard loading})^2}{(\sum \text{standard loading})^2 + \sum \epsilon_j} \quad (4)$$

Nilai *standard loading* didapatkan dari *output estimate standardized regression weight* sedangkan nilai  $\epsilon_j$  (*measurement error*) didapatkan dari  $1 - \text{standard loading}^2$  pada tiap indikator. Nilai *standard loading* dan *measurement error* dari tiap variabel adalah jumlah dari nilai pada tiap indikator. Dari Tabel 6 dapat dilihat nilai *construct reliability* tiap variabel memiliki nilai lebih dari  $\geq 0,7$  sehingga dapat dikatakan secara keseluruhan setiap variabel dalam model memiliki reliabilitas yang baik.

**Tabel 1. Construct reliability tiap variabel**

No	Variabel	Reliability	Ket
1	Servqual	0,8914	Reliabilitas baik
2	Trust	0,7985	Reliabilitas baik
3	Satisfaction	0,8407	Reliabilitas baik
4	Loyalitas	0,7153	Reliabilitas baik

- *Discriminant Validity*

*Discriminant validity* berguna untuk mengukur sejauh mana konstruk benar – benar berbeda dengan konstruk yang lainnya (Haryono & Wardoyo, 2013 ). Pengujian *discriminant validity* dilakukan dengan membandingkan nilai akar kuadrat *average variance extracted* (AVE) dengan nilai korelasi antar konstruk. Uji *discriminant validity* hanya dilakukan pada variabel konstruk eksogen. Nilai AVE didapatkan dengan rumus :

$$AVE = \frac{\sum \text{standard loading}^2}{\sum \text{standard loading}^2 + \sum \epsilon_j} \quad (5)$$

**Tabel 2. Korelasi antar konstruk eksogen dan nilai discriminant validity**

Variabel	Servqual	Trust
Servqual	0,78	
Trust	0,75	0,75

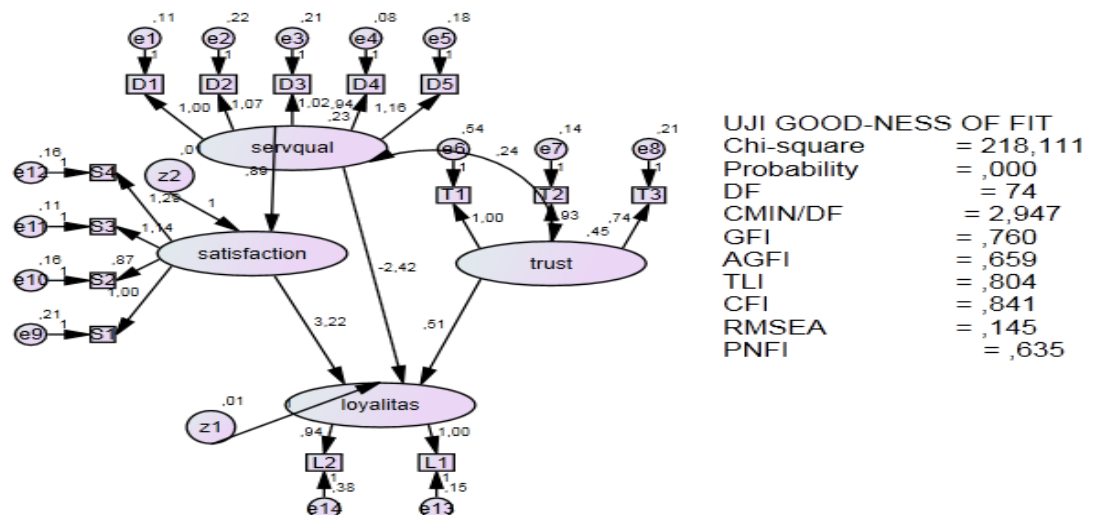
Nilai *discriminant validity* ditandai dari nilai diagonal pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat nilai korelasi antar variabel konstruk eksogen memiliki nilai dibawah nilai *discriminant validity*. Dengan demikian maka dapat disimpulkan secara keseluruhan variabel laten eksogen dalam penelitian ini cukup unik dan mampu menangkap fenomena yang diukur.

- Uji *Goodness of Fit*

Setelah melakukan Identifikasi dan Evaluasi pada model yang dibentuk, selanjutnya dilakukan uji *goodness of fit* pada model. Uji *goodness of fit* dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian dan kebaikan suatu model secara menyeluruh (Haryono & Wardoyo, 2013). Pada penelitian ini kriteria *goodness of fit* yang digunakan ada 7 yaitu chi-square, CMIN/DF, GFI, AGFI, TLI, CFI, RMSEA dan PNFI. *Output AMOS full model* dapat dilihat pada Gambar 3.

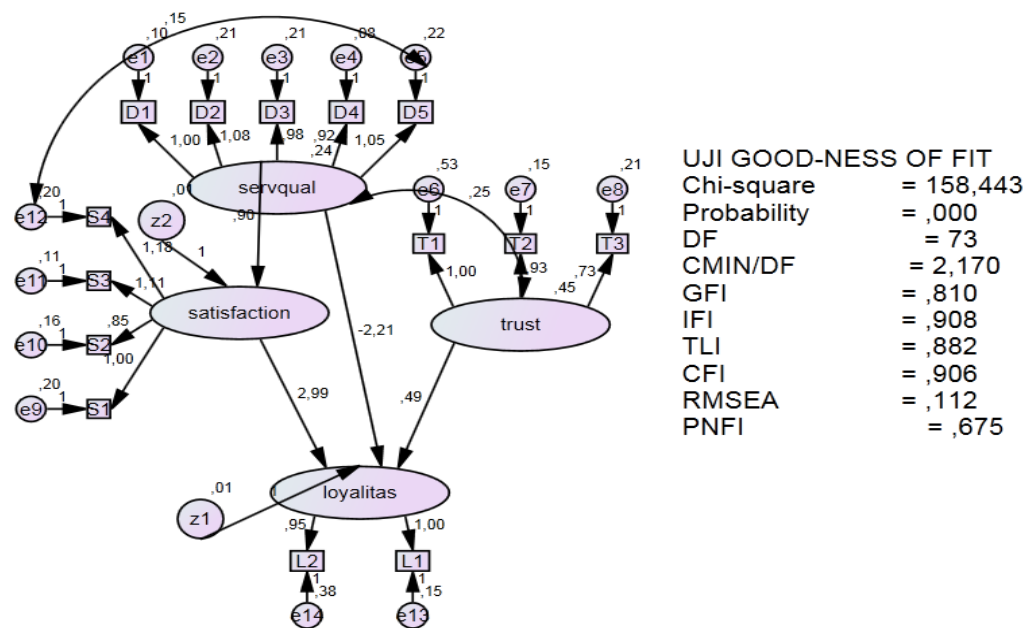
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *chi-square* dari model masih sangat besar, maka perlu dilakukan modifikasi pada model untuk membuat nilai *chi-square* dari model dan nilai – nilai *goodness of fit* lainnya lebih sesuai dengan kriteria yang seharusnya. Modifikasi dapat dilakukan dengan membuat *covarian* pada indikator – indikator yang memiliki nilai *modification indice* besar, dari pengolahan data didapatkan hubungan indikator dengan nilai *modification indice* terbesar adalah pada hubungan indikator e5 dengan e12. Maka pada kedua indikator tersebut dibuat *covarian* untuk melihat perubahan pada model dan nilai – nilai *goodness of fit* lainnya.

Dari modifikasi pada model tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 4, didapatkan hasil nilai uji *goodness of fit* dari model seperti yang terdapat pada Tabel 3. Menurut Ghazali (2008) model dapat dikatakan baik jika model mendapatkan kriteria *good fit* pada dua atau lebih kriteria *goodness of fit*.



Gambar 3. Full model

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai *chi-square* dari *full model* sudah turun menjadi 158,443 walaupun masih belum *fit* namun dari analisis pada kriteria *goodness of fit* yang lain, terdapat 3 kriteria yang memiliki indeks *good fit* yaitu IFI, CFI dan PNFI. Dengan ini model telah memenuhi syarat minimal dua kriteria dengan indeks *good fit* pada kriteria *goodness of fit* yang diujikan. Walaupun masih terdapat kriteria dengan nilai *poor fit*, hal ini masih diterima karena masih diantara nilai yang diterima yaitu antara 0 sampai dengan 1 (Haryono dan Wardoyo, 2013).



Gambar 4. Full Model (iterasi 1)

Tabel 3. Hasil Goodness Of Fit Full Model (iterasi 1)

N o	goodness of fit	cut of value	Tingkat Kecocokan yang Dapat Diterima	Hasil	Kriteria
1	Chi-square	$\leq a.df (a = 0,05)$	$\chi^2 < 95,08$	158,443	poor fit
	Probability	$\geq 0,05$		0	
	CMINDF	$\leq 2$		2,170	Poor fit
	GFI	$\geq 0,9$	(poor fit) $0 \leq GFI \leq 1$ (close fit)	0,81	Marginal fit

N o	goodness of fit	cut of value	Tingkat Kecocokan yang Dapat Diterima	Hasil	Kriteria
3	RMSEA	$\leq 0,08$	$GFI \geq 0,9$ ( good fit )	0,12	poor fit
			$0,8 \leq GFI \leq 0,9$ ( marginal fit )		
			$RMSEA \leq 0,05$ (close fit)		
			$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$ (good fit)		
4	IFI	$\geq 0,9$	$0,08 \leq RMSEA \leq 0,1$ (marginal fit)	0,908	Good fit
			$RMSEA > 0,1$ ( poor fit )		
			(poor fit) $0 \leq IFI \leq 1$ ( close fit )		
			$IFI \geq 0,9$ ( good fit )		
5	CFI	$\geq 0,9$	$0,8 \leq IFI \leq 0,9$ ( marginal fit )	0,906	Good fit
			(poor fit) $0 \leq CFI \leq 1$ ( close fit )		
			$CFI \geq 0,9$ ( good fit )		
			$0,8 \leq CFI \leq 0,9$ ( marginal fit )		
6	TLI	$\geq 0,9$	$0,8 \leq TLI \leq 0,9$ ( marginal fit )	0,882	Marginal fit
			(poor fit) $0 \leq TLI \leq 1$ (close fit)		
			$TLI \geq 0,9$ ( good fit )		
			$0,8 \leq TLI \leq 0,9$ ( marginal fit )		
7	PNFI	$> 0,6$	(poor fit) $0 \leq PNFI \leq 1$ ( close fit )	0,675	Good fit
			$PNFI > 0,6$ ( good fit )		
			$0,5 < PNFI < 0,6$ ( marginal fit )		

**Tabel 4. Rekapitulasi hasil uji hipotesis**

Hipotesis	CR ( > 1,96)	P( <0,05)	Kesimpulan
H 1: E-servqual memiliki hubungan positif dengan satisfaction pengguna e-commerce	7,754	***	Diterima
H2 : E-servqual memiliki hubungan positif dengan loyalitas pengguna e-commerce	-2,061	0,039	Ditolak
H3 : Satisfaction pengguna memiliki hubungan positif dengan loyalitas pengguna e-commerce	2,705	0,007	Diterima
H4 : Trust dari pengguna memiliki hubungan positif dengan loyalitas pengguna e-commerce	3,166	0,002	Diterima

- Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan pada tiap – tiap hipotesis penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Pengujian hipotesis dilakukan berdasarkan nilai *critical ratio* (C.R) dan *probability* (P) tiap variabel penelitian yang diuji hasil dari *output AMOS regression weight: (Group number 1- Default model)*. Nilai C.R dan P dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel rekapitulasi diatas dapat dilihat dari 4 hipotesis, 3 hipotesis diterima dan satu hipotesis ditolak . Hal ini dapat dilihat dari nilai C.R dari tiap – tiap hipotesis yang didapatkan dari hubungan dari tiap variabel yang dihubungkan sesuai dengan hipotesis penelitian yang diajukan. Dari tabel dapat dilihat hipotesis 1, 3 dan 4 memiliki nilai *critical ratio* (C.R) lebih besar dari  $\pm 1,96$  dan nilai P yang lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat dikatakan hipotesis diterima sedangkan pada hipotesis 2, nilai C.R kurang dari nilai yang ditetapkan sehingga disimpulkan bahwa hipotesis 2 ditolak. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa variabel yang memiliki pengaruh positif paling besar dalam meningkatkan loyalitas dari pengguna layanan *e-commerce* adalah variabel *satisfaction*. Maka untuk meningkatkan loyalitas dari pengguna *e-commerce* diperlukan perhatian khusus untuk meningkatkan *satisfaction* atau kepercayaan dari pengguna layanan *e-commerce* itu sendiri.

- Pengaruh Antar Variabel

Tahapan terakhir dari pengolahan data SEM adalah melihat nilai dari pengaruh lokal variabel eksogen terhadap variabel endogen sesuai dengan model yang telah diuji. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat seberapa kuat pengaruh antara satu variabel dengan variabel lainnya baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Nilai – nilai pengaruh antar variabel ini akan berguna untuk menentukan strategi terbaik yang dapat dilakukan untuk meningkatkan loyalitas dari pengguna layanan *e-commerce* berdasarkan nilai pengaruh dari variabel – variabel yang mempengaruhinya. Dari hasil pengolahan data pengaruh total antar variabel didapatkan hasil bahwa variabel *trust* mempengaruhi variabel loyalitas sebesar 0,573, variabel *servqual* mempengaruhi variabel loyalitas sebesar 0,408 dan variabel *satisfaction* mempengaruhi variabel loyalitas sebesar 2,333. Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa untuk meningkatkan loyalitas pengguna layanan *e-commerce* maka hal yang pertama harus diperhatikan adalah kepuasan dari pengguna layanan tersebut. Dengan dipenuhinya kepuasan dari pengguna layanan *e-commerce*, para pengguna diharapkan dapat meningkatkan loyalitas mereka dan terus menggunakan layanan *e-commerce* serta dapat mempengaruhi orang – orang disekelilingnya untuk menggunakan *e-commerce*.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dari variabel *e-servqual*, *satisfaction*, dan *trust* terhadap tingkat loyalitas pengguna layanan *e-commerce* dan untuk mengetahui mana variabel yang memiliki peranan atau pengaruh paling besar terhadap loyalitas pengguna layanan tersebut. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa ketiga variabel baik *e-servqual*, *satisfaction* maupun *trust* memiliki hubungan positif dalam mempengaruhi loyalitas dari pengguna layanan *e-commerce*. Selain itu juga didapatkan hasil bahwa *e-servqual* memiliki hubungan positif dalam mempengaruhi tingkat kepuasan dari pengguna layanan *e-commerce*.

Rekomendasi penelitian yang dapat diberikan pada penelitian ini untuk meningkatkan loyalitas dari pengguna layanan *e-commerce* adalah dengan meningkatkan kepuasan pengguna layanan tersebut. Ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukan bahwa variabel *satisfaction* memiliki pengaruh terbesar terhadap loyalitas pengguna layanan *e-commerce*. Untuk meningkatkan kepuasan pengguna, pengelola *e-commerce* perlu untuk memperhatikan indikator – indikator atau faktor yang mempengaruhi kepuasan dari pengguna layanan *e-commerce*, yaitu *online shopping convenience*, *merchandising*, *site design* dan *financial security*. Menurut King dkk (2004) seseorang yang menggunakan layanan *e-commerce* adalah mereka yang memiliki sedikit waktu dan mereka yang ingin “*saving time*” dengan memanfaatkan kemudahan dalam berbelanja menggunakan *e-commerce*. Dalam hal ini pengelola *e-commerce* perlu memperhatikan bagaimana mereka menjaga agar para pengguna layanan mereka dapat meminimalisir *resource* yang mereka keluarkan saat memilih untuk menggunakan layanan *e-commerce*, salah satunya adalah perbaikan sistem pengantaran barang pesanan. Dengan memperbaiki sistem pengantaran barang pesanan, diharapkan pengguna akan mendapatkan pesanan lebih cepat dan lebih murah, sehingga mereka lebih merasa nyaman dalam berbelanja menggunakan layanan *e-commerce*.

Selain itu Pengguna akan merasa puas saat mereka merasa mendapatkan banyak informasi tentang transaksi yang akan mereka lakukan mulai dari informasi tentang produk atau jasa yang ditawarkan sampai informasi mengenai cara transaksi dan kesepakatan – kesepakatan yang diterapkan. Mereka tidak hanya mementingkan tentang lengkapnya informasi, namun juga tentang kebenaran dari informasi tersebut. Untuk meningkatkan kepuasan mereka dalam hal informasi produk dan promosi ini, pihak pengelola layanan *e-commerce* harus terbuka terhadap konsumen dalam hal ini mereka yang menggunakan layanan *e-commerce* mereka. Dalam segi *site design*, untuk mendapatkan kepuasan dari

pengguna pihak pengelola perlu menyediakan tampilan *website* yang mudah dipahami dan digunakan serta menarik untuk dilihat. Pihak pengelola diharapkan mampu melakukan pembaharuan secara berkala terhadap *website* mereka. Pembaharuan dilakukan untuk memberikan kesan *fresh* kepada pengguna saat mereka menggunakan *website*, pembaharuan sebaiknya dilakukan sedikit demi sedikit. Selanjutnya hal yang paling penting untuk diperhatikan adalah *e-commerce* merupakan layanan pembelian online sehingga masalah pembayaran pun layanan *e-commerce* mengandalkan pembayaran secara online, baik melalui transfer bank, *mobile payment*, *credit card* dan jenis – jenis pembayaran lainnya. Mandic (2009) mengatakan bahwa persepsi tentang keamanan transaksi oleh konsumen atau pengguna adalah tentang kepercayaan mereka bahwa informasi pribadi termasuk informasi – informasi keuangan mereka seperti kartu kredit dan lainnya tidak disalahgunakan. Untuk meningkatkan hal tersebut, perlu dilakukan review tentang keamanan data dan *server* tempat dimana pengelola menyimpan *history transaction* dari layanan *e-commerce* mereka agar aman dari gangguan *fraud* atau tindak kejahatan digital lainnya.

## 5. SARAN

Saran yang dapat kami berikan kepada peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut :

- Dalam penelitian ini variabel loyalitas hanya diwakilkan dengan 2 indikator. Maka untuk memperbaiki hasil dari penelitian selanjutnya, peneliti sebaiknya menambahkan jumlah indikator yang diwakilkan untuk variabel – variabel yang digunakan pada penelitian.
- Penggunaan variabel / faktor yang lebih beragam dalam mempengaruhi loyalitas dari pengguna *e-commerce* diluar variabel / fakto yang digunakan pada penelitian ini seperti variabel *security seals*, persepsi resiko dan variabel – variabel lainnya.
- Memperkecil cakupan penelitian dengan melakukan penelitian pada hanya satu layanan *e-commerce* saja sehingga hasil penelitian dapat fokus pada pengguna layanan *e-commerce* tersebut.

## PUSTAKA

- Ghozali, Imam. (2008). *Structural Equation Modelling Teori, Konsep Dan Aplikasi*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Haryono, Siswoyo. dan Parwoto Wardoyo. (2012). *Structural Equation Modelling Untuk Penelitian Manajemen Menggunakan AMOS 18.0*. Jakarta: PT Intermedia Personalia Utama.
- Kassim, Norizan dan Asiah A, Nor., (2010). “Emerald Article : The Effect of Perceived service quality dimension on Customer satisfaction, trust, and Loyalty in e-commerce setting: A cross cultural analysis” *Asia Pasific Journal of Marketing and Logistics*. vol. 22, no. 3, pp 351-37.
- King, R.C., R. Sen dan M. Xia. (2004). “Impact Of Web-Based E-Commerce On Channel Strategy in retailing” *International Journal Of Electronic Commerce*. vol. 8, no. 3, pp. 103-130.
- Mandic, Milan. (2009). “Privacy And Security In E-cOmmerce” *Pregledni Rad Review*. vol XXI(2009), pp. 247-260.
- Mustafa, Zainal EQ., dan Wijaya, Tony. (2012). *Panduan Teknik Statistik SEM & PLS dengan SPSS AMOS*. Yogyakarta: Cahaya Atma Pusaka.
- Rofiq, Ainur. (2007). *Pengaruh Dimensi Kepercayaan (trust) terhadap Partisipasi Pelanggan E-commerce*. Tesis. Program Studi Manajemen Kekhususan Akuntansi Manajemen Universitas Brawijaya.
- Szymanski, David M., & Hise, Richard T. (2000). “E-satisfaction: An initial examination”. *Journal of Retailing*, 76(3), 309–322.
- Takhire, Mohammad dan M.R Taghizadezh Joorshari. (2015). “Evaluation Of Effective Factors On Customers Decision-Making Process In The Online Environment” *International Journal of Managing public Sector Information and Communication Technologies*.
- Van Riel, A.C.R., Liljander, V. And Jurriens, P. (2001). “Exploring Consumer Evaluations of E-service: A Portal Site”. *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 12 Mediated Communication, vol. 5, no.2.
- <https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/6385/Prospek-Bisnis-E-Commerce-di-Indonesia/0/infografis>. diakses pada tanggal 14 September 2016. Prospek Bisnis E-commerce di Indonesia.
- <https://apiii.or.id/download/file/PROFILPENGGUNAINTERNETINDONESIA2014.pdf>. Di akses pada tanggal 19 September 2016. Profil Pengguna Internet Indonesia Tahun 2014.

## ANALISIS PERBAIKAN KONDISI LINGKUNGAN KERJA DENGAN MENGUNAKAN ERGONOMIC CHECKLIST DI CV. CITA NASIONAL SEMARANG

Diana Puspita Sari<sup>1</sup>, Sigit Heru Krisnanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: <sup>1</sup>dpsari.01@gmail.com, <sup>2</sup>krisnantosigitheru@gmail.com

### ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan teknologi, maka kesehatan dan keselamatan kerja harus semakin diperhatikan. Apabila perusahaan mengesampingkan aspek K3 di dalam perusahaan, maka resiko kecelakaan kerja dan keluhan pekerja dapat meningkat. Selain itu aspek ergonomi juga dapat berdampak pada produktivitas pekerja. Keluhan yang mungkin terjadi yaitu keluhan muskuloskeletal Disorder (MSDs). Ergonomic checklist merupakan salah satu tools ergonomi yang digunakan untuk mengevaluasi dan mendiagnosis masalah ergonomi pada satu lingkungan kerja. Hasil checklist ergonomi pada CV Cita Nasional di Kabupaten Semarang Jawa Tengah dari 132 point pertanyaan terdapat 16 aspek keselamatan dan kesehatan yang belum sesuai standar atau memerlukan perhatian khusus. Aspek yang masih kurang memenuhi standar yaitu aspek penanganan dan penyimpanan material dengan 5 kasus, aspek keamanan produksi dengan 1 kasus, rancangan stasiun kerja dan ruang kerja dengan 1 kasus, aspek premises dengan 3 kasus, aspek fasilitas umum dengan 3 kasus, dan aspek pengaturan pekerjaan dengan 2 kasus. Prioritas perbaikan yang dipilih yaitu perbaikan pada aspek penyimpanan dan penanganan material. Sehingga upaya perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan adalah dengan menambah jalur material handling, penggunaan trolley, penambahan meja kerja pada bagian pengemasan produk, memperbaiki cara mengangkat yang benar, dan menambah jalur evakuasi.

**Kata Kunci:** Ergonomic Checklist; Lingkungan kerja; Muskuloskeletal Disorder (MSDs);

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesat, sehingga peralatan sudah menjadi kebutuhan pokok pada lapangan kerja. Sehingga bisa dikatakan bahwa peralatan dan teknologi sudah menjadi kebutuhan yang penting dalam usaha meningkatkan produktivitas sebuah perusahaan. Kemajuan teknologi saat ini tidak hanya berdampak pada peningkatan produktivitas kerja saja namun juga berdampak pada kesehatan dan keselamatan kerja. Industri di Indonesia secara otomatis mempunyai tuntutan yang harus dipenuhi dalam memberikan perlindungan terhadap pekerja terutama dalam menghadapi era globalisasi ekonomi saat ini. Akan terjadi dampak negatif apabila tidak waspada terhadap bahaya potensial yang mungkin akan timbul. Dampak tersebut antara lain kemungkinan terjadinya penyakit akibat kerja, penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan dan kecelakaan akibat kerja yang dapat menyebabkan kecacatan dan kematian. Hal ini tentunya dapat dicegah dengan adanya antisipasi berbagai risiko.

Dalam dunia kerja terdapat Undang-Undang yang mengatur tentang ketenagakerjaan yaitu Undang-Undang No. 14 tahun 1969 tentang ketentuan-ketentuan pokok tenaga kerja merupakan subyek dan obyek pembangunan. Ergonomi yang bersasaran akhir efisiensi dan keserasian kerja memiliki arti penting bagi tenaga kerja, baik sebagai subyek maupun obyek. Akan tetapi sering kali suatu tempat kerja mengesampingkan aspek ergonomi bagi para pekerjanya, hal ini tentunya sangat merugikan para pekerja itu sendiri.

CV. Cita Nasional merupakan salah satu industri pengolahan susu di Jawa Tengah, yang terletak Kabupaten Semarang 50774, Jawa Tengah. Kegiatan utamanya adalah menampung susu dari peternak yang dikumpulkan dari peternakan rakyat kemudian susu tersebut diolah menjadi suatu produk yang berkualitas diantaranya adalah susu pasteurisasi dan yoghurt. Dalam melakukan produksinya, CV Cita Nasional menggunakan beberapa peralatan dan teknologi untuk menunjang produktivitas dan menjaga kualitas dari susu olahan yang dihasilkan. Seluruh karyawan dalam perusahaan tersebut memiliki peran penting dalam menjaga kondisi lingkungan kerja. Tempat kerja merupakan salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan dalam perbaikan industri. Tempat kerja (*workplace*) didefinisikan sebagai sebuah ekosistem yang terdiri dari manusia, proses dan tempat yang dikembangkan untuk memberi dukungan bagi manusia dan lingkungan kerjanya (Dewi dan Chandra, 2015). Namun, berdasarkan studi pendahuluan di

lapangan masih ditemukan beberapa masalah berkaitan dengan ergonomi dan keselamatan kerja, misalnya masalah dalam material handling seperti tidak adanya jalur bebas hambatan dan rambu-rambu yang jelas, belum banyak memanfaatkan alat bantu untuk mengurangi penanganan secara manual, dari segi rancangan ruang kerja masih ditemukan seperti pekerja yang duduk tidak diberikan kursi dengan sandaran punggung, pada aspek premises misalnya tidak adanya peralatan pemadam kebakaran, dan masalah lain yang dapat berpotensi memberikan masalah apabila tidak ditangani. Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyeraskan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan segala kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia secara fisik maupun mental sehingga dicapai suatu kualitas hidup secara keseluruhan yang lebih baik (Tarwaka, 2010). Ergonomi adalah komponen kegiatan dalam ruang lingkup hiperkes yang antara lain meliputi penyerasian pekerjaan terhadap tenaga kerja secara timbale balik untuk efisiensi dan kenyamanan kerja (Suma'mur, 1989)

Tarwaka, dkk., (2004), menambahkan bahwa *musculoskeletal disorders* merupakan keluhan pada otot-otot skeletal yang dirasakan seseorang terkait aktivitas fisik yang dilakukan dan sikap tubuh yang tidak alamiah. *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) (1997) menguraikan bahwa *musculoskeletal disorders* disebabkan oleh kejadian yang cepat atau tiba-tiba (sepertitergelincir, tersandung, dan jatuh) yang berkembang sedikit demi sedikit yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan ringan hingga fatal. Keluhan musculoskeletal adalah keluhan sakit, nyeri, pegal-pegal dan lainnya pada sistem otot (*musculoskeletal*) seperti tendon, pembuluh darah, sendi, tulang, syaraf dan lainnya yang disebabkan oleh aktivitas kerja. Keluhan musculoskeletal sering juga dinamakan MSDs (*Musculoskeletal disorder*), RSI (*Repetitive Strain Injuries*), CTD (*Cumulative Trauma Disorders*) dan RMI (*Repetitive Motion Injury*)(Mas'idah dkk, 2009). Keluhan yang paling sering adalah keluhan sakit pada bagian punggung, pinggang, lengan atas dan beberapa bagian lain. Sikap kerja yang salah, canggung dan diluar kebiasaan akan menambah resiko cedera pada bagian musculoskeletal (Susihono dan Prasetyo, 2012). Pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja, baik itu postur kerja berdiri, duduk, angkat maupun angkut (Simanjuntak, 2012). Beberapa jenis pekerjaan akan memerlukan postur kerja tertentu yang terkadang tidak menyenangkan. Kondisi kerja seperti ini memaksa pekerja selalu berada pada postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Hal ini, akan menyebabkan pekerja cepat lelah, adanya keluhan sakit pada bagian tubuh, cacat produk bahkan cacat tubuh (Mufti dkk, 2013). Qureshi, et al., (2013) menyatakan bahwa ada hubungan antara stres kerja, beban kerja dan lingkungan kerja dan sebuah lingkungan kerja yang baik dan sehat dapat menurunkan perpindahan tenaga kerja.

Penelitian ini menggunakan tools *ergonomic checklist* atau juga dikenal dengan *ergonomic checkpoint* untuk mendiagnosis masalah ergonomi dalam lingkungan kerja di CV Cita Nasional.. Menurut Santoso (2004), ada empat tujuan utama ergonomi, yaitu memaksimalkan efisiensi karyawan, memperbaiki kesehatan dan keselamatan kerja, menganjurkan agar bekerja aman, nyaman dan bersemangat, dan memaksimalkan bentuk kerja yang meyakinkan. *Ergonomic Checklist* telah dikembangkan dengan menawarkan sasaran objek yang praktis, permasalahan ergonomi dengan biaya rendah, terutama persamaan untuk ukuran menengah dan kecil dari suatu perusahaan (*International Labour Organization*, 2010) *Ergonomic checklist* yang digunakan merupakan edisi kedua dari *International Ergonomics Association* yang menyediakan penilaian pada 9 aspek penting seperti aspek *materials storage and handling*, *handtools*, *machinesafety*, *workstation design*, *lighting*, *premises*, *hazardous substances and agents*, *welfare facilities*, dan *work organization*. Dari hasil analisis kondisi lingkungan yang didapatkan kemudian akan dilakukan saran perbaikan kondisi ergonomi dan menunjang kesehatan dan keselamatan kerja. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu melakukan penilaian dan evaluasi untuk meningkatkan kesehatan dan kondisi lingkungan kerja CV Cita Nasional menggunakan *Ergonomic Checklist*, menentukan aspek utama yang menjadi prioritas perbaikan di CV Cita Nasional, dan memberikan usulan dan saran perbaikan pada aspek yang mendapat prioritas perbaikan.

## 2. METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini penulis menjabarkan rangkaian pelaksanaan pada penelitian yakni metodologi penelitian. Metodologi penelitian merupakan gambaran secara sistematis mengenai pelaksanaan penelitian pada masalah yang terjadi. Metode penelitian ini berisi langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam memecahkan masalah yang diteliti. Dengan adanya metodologi penelitian maka struktur pemecahan masalah dapat dilaksanakan secara terstruktur. Berikut adalah penjelasan dari metodologi penelitian yaitu:



## 1. Studi Pendahuluan

Tahap pertama yang dilakukan adalah studi pendahuluan yang merupakan mencari referensi – referensi yang berkaitan dengan tema laporan Kuliah kerja Industri ini mengenai materi Penilaian ergonomi di tempat kerja dan *ergonomi checklist* sehingga akan mempermudah ketika penulis sudah berada di lapangan. Studi pendahuluan dibagi menjadi dua yaitu:

### a. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan studi yang dilakukan di lapangan terkait dengan pengenalan mengenai perusahaan, produk perusahaan, dan proses produksi dari CV Cita Nasional. Studi Lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung, ikut terlibat dalam proses produksi, melakukan wawancara baik dengan karyawan maupun dengan manajer yang ada di CV Cita Nasional.

### b. Studi Pustaka

Studi pustaka sangat berguna untuk mendefinisikan kondisi nyata di lapangan pada metode/ teori- teori yang telah diperoleh saat perkuliahan, sehingga dari studi pustaka ini, penulis dapat mengidentifikasi data- data dan informasi apa saja yang diperlukan sesuai dengan metode penyelesaian yang akan digunakan. Untuk mengidentifikasi masalah yang ada di perusahaan, penulis menggunakan *tools* berupa *ergonomic checkpoint* edisi kedua dari *International Ergonomic Association*.

## 2. Pengumpulan Data

Tahapan ini merupakan tahap penting yang harus dilakukan dalam pembuatan penelitian ini. Dengan melakukan observasi dan pengamatan langsung maka akan didapatkan data – data yang dibutuhkan serta data relevan yang dapat membantu dalam taapselnajutnya yaitu pengolahan data. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu tabel checkpoint atau *Ergonomi Checklist* dan dokumentasi berupa foto-foto.

## 3. Pengolahan Data

Tahapan ini dapat dilakukan setelah memperoleh seluruh data yang dibutuhkan dalam penulisan laporan ini. Jika dalam tahap pengumpulan data ternyata terdapat data yang belum lengkap maka dapat dilakukan tahap studi literature dan pengumpulan data secara langsung kembali. Tahapan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi masalah-masalah yang terdapat pada *ergonomi checklist*
- Penentuan aspek prioritas yang harus diselesaikan
- Mengidentifikasi upaya penyelesaian atau upaya perbaikan yang mungkin dapat dilakukan terhadap masalah-masalah yang ada.

## 4. Analisis Data

Tahapan analisis dilakukan untuk dapat membahas secara lebih detail mengenai pengolahan data serta hasil dari pengolahan data tersebut. Analisis merupakan tahapan pembahasan dari keseluruhan isi laporan, sehingga nantinya dari analisis yang telah disusun dapat diambil point utama dari seluruh pembahasan laporan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan menggunakan *tools ergonomi checklist* atau juga dikenal dengan *ergo checkpoint*. *Ergonomic Checklist* yang digunakan merupakan ergonomi checklist edisi kedua yang dirilis *International Labour Organization*. Di dalam *Ergonomic checklist* tersebut memuat 9 aspek penting di dalam penilaian lingkungan kerja yang dijabarkan di dalam 132 *checkpiont*. Berdasarkan observasi awal menggunakan *ergochecklist* didapatkan bahwa terdapat beberapa masalah di CV Cita Nasional berkaitan dengan ergonomi. Masalah-masalah tersebut dapat di kelompokkan ke dalam 9 kategori berdasarkan *ergo checkpoint* ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Rekap Permasalahan Ergonomi berdasarkan Ergo Checklist

No.	Aspek	Masalah
1.	Penyimpanan dan penanganan material	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sempurnakan tata letak tempat kerja agar mengurangi gerakan material yang dibutuhkan</li> <li>Kurangi penanganan barang/material secara manual dengan cara memanfaatkan alat-alat bantu seperti: katrol, dolly, dan lain-lain untuk transportasi</li> <li>Sewaktu mengerjakan benda/barang, membawa, mengangkat, dan sebagainya hindari gerakan membungkuk maupun memutar pinggang.</li> </ul>

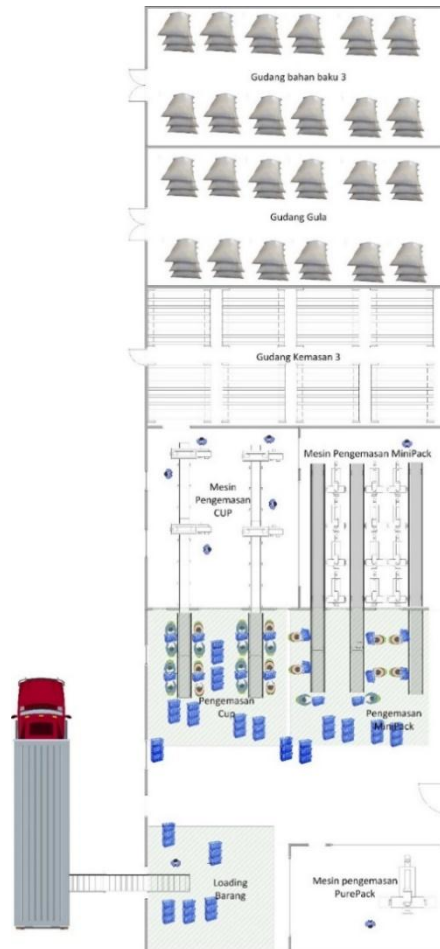
No.	Aspek	Masalah
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lakukan gerakan mengangkat dan menurunkan barang secara perlahan-lahan dan hindarkan gerakan memutar pinggang ataupun membungkukkan badan</li> <li>Jalur-jalur keluar bangunan (untuk keadaan darurat), agar diberi tanda/gars/tulisan yang jelas, serta harus bersih dari benda-benda yang dapat menghambat.</li> </ul>
2.	Alat atau perkakas tangan	Tidak ada
3.	Keamanan Mesin Produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gunakan rambu-rambu peringatan yang mudah dimengerti oleh para pekerja.</li> </ul>
4.	Rancangan stasiun kerja dan ruang kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk pekerja yang bekerja dalam posisi duduk, berikan kursi yang bisa disesuaikan, lengkap dengan sandaran punggung.</li> </ul>
5.	Pencahayaannya	Tidak ada
6.	Premises	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyediakan pemadam api yang cukup dan mudah dijangkau dan pastikan pekerja tahu cara menggunakannya</li> <li>Memberi tanda rute dan membebaskan dari halangan.</li> <li>Membuat rencana evakuasi untuk memastikan keamanan tempat kerja.</li> </ul>
7.	Bahaya-bahaya lingkungan kerja	Tidak ada
8.	Fasilitas Umum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tandai area yang membutuhkan alat pelindung diri (APD)</li> <li>Pastikan pekerja yang wajib menggunakan ADP mengikuti petunjuk penggunaan yang tepat serta pelatihan pemakaian</li> <li>Sediakan tempat penyimpanan untuk APD.</li> </ul>
9.	Pengaturan pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beri penghargaan kepada pekerja yang mampu meningkatkan produktivitas dan kinerja di tempat kerja.</li> <li>Buat rencana darurat untuk memastikan operasi darurat dengan benar, mudah diakses dan dievakuasi.</li> </ul>

Penentuan prioritas perbaikan yang hendak dilakukan di CV Cita Nasional dilakukan melalui proses *brainstorming* dengan 2 orang yaitu kepala *quality control* dan kepala riset dan pengembangan di CV Cita Nasional. Berdasarkan hasil wawancara dan *brainstorming* prioritas perbaikan yang ingin dilakukan yaitu pada aspek penyimpanan dan penanganan material. Aktivitas *Manual Material Handling* dalam pekerjaan industri diidentifikasi beresiko besar sebagai penyebab penyakit tulang belakang (*low back pain*), akibat dari penanganan material secara manual yang cukup berat dan posisi tubuh yang salah dalam bekerja (Nofirza dan Hermayu, 2016). Selama ini memang belum terdapat keluhan yang berat dari pekerja dan belum terjadi kecelakaan yang terjadi di dalam proses produksi. Namun, pihak manajemen sadar bahwa proses penanganan material khususnya dalam proses pengangkutan krat berisi produk dan *loading* ke dalam truk dapat menimbulkan kelelahan.

Dari beberapa masalah yang masih terdapat di dalam CV Cita Nasional, penelitian fokus pada penyelesaian permasalahan utama yaitu aspek penyimpanan dan penanganan material. Terdapat 6 masalah yang terdapat dalam aspek ini yang perlu untuk diselesaikan. Berdasarkan tabel *ergo checklist* terdapat masalah berkaitan dengan penanganan material, terutama pada bagian pengemasan produk. Produk yang dimaksud adalah produk Susu Murni Nasional berbentuk *Cup*, *Mini Pack* dan *Pure Pack*.

Berikut keenam masalah disertai dengan upaya yang dapat dilakukan:

1. Menyempurnakan tata letak tempat kerja agar mengurangi gerakan material yang dibutuhkan. Pada bagian pengemasan produk, tidak terdapat jalur khusus untuk memindahkan *Container*. Untuk layout pada bagian tersebut saat ini dapat dilihat pada gambar 1 :



**Gambar 1. Layout Awal**

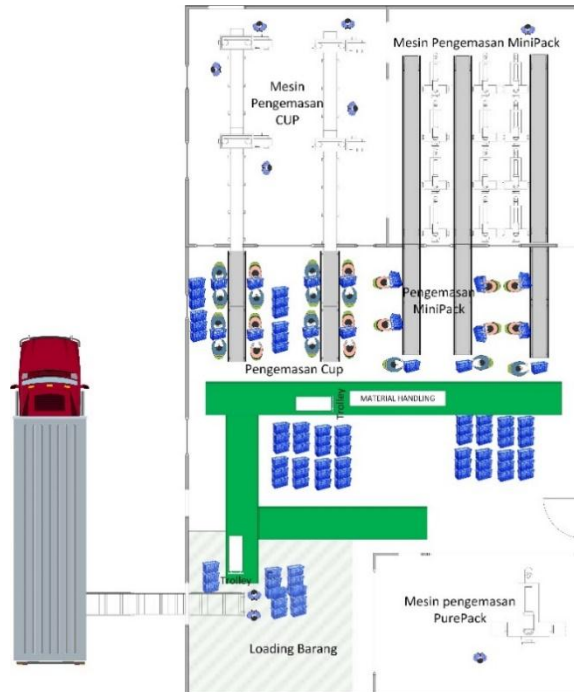
Sedangkan untuk ukuran dan dimensi dari ruangan-ruangan tersebut dijelaskan pada Tabel 2 berikut :

**Tabel 1. Tabel Dimensi tata Letak Awal**

No	Bagian	Dimensi
1	Luas gedung pengemasan + gudang	44560 mm x 14270 mm
2	Luas Gudang bahan baku 3	6500 mm x 14270 mm
3	Luas Gudang Gula	6500 mm x 14270 mm
4	Luas Gudang Cup	6500 mm x 14270 mm
5	Mesin pengemasan Cup	8500 mm x 7135 mm
6	Mesin Pengemasan MiniPack	8500 mm x 7031 mm
7	Mesin Pengemasan PurePack	4992 mm x 7508 mm
8	Area Pengemasan Cup	7079 mm x 4500 mm
9	Area Pengemasan MiniPack	7079 mm x 4500 mm

Tidak adanya jalur *material handling* mengakibatkan tumpukan *container* berada menyebar dan mengakibatkan gerakan material menjadi terhambat dan tidak jarang mengakibatkan jarak gerakan material dari pengemasan produk ke tempat loading menjadi lebih jauh. Gambar 1 berikut menunjukkan layout awal atau layout saat ini sebelum diperbaiki. Oleh karena itu perlu penyempurnaan tata letak tempat kerja dengan menambahkan jalur *material handling* pada Stasiun pengemasan produk menuju proses Loading.

Jalur *material handling* merupakan area tempat lalu lintas perpindahan material. Dalam hal ini diasumsikan bahwa alat transportasi yang digunakan adalah *trolley* barang ukuran 1074cm x 64cm x 44cm dengan lebar trolley 64 cm. Maka, untuk memungkinkan *trolley* barang dapat berpapasan maka lebar jalur *material handling* yang dapat dibuat dengan lebar 130 cm. Oleh karena itu, usulan perbaikan layout yang dapat dibuat seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Layout Pabrik Perbaikan

Pada layout yang baru telah ditambahkan jalur material handling dengan lebar 121 cm. Hal ini memungkinkan lalu lintas pengangkutan barang tidak terhambat. Dengan demikian, pengangkutan barang menjadi lebih efektif dan dapat mengurangi beban pada pekerja.

2. Mengurangi penanganan barang/material secara manual dengan cara memanfaatkan alat-alat bantu seperti: katrol, dolly, dan lain-lain untuk transportasi. Penanganan barang berupa produk jadi dilakukan secara manual dengan memanfaatkan lantai basah dan balok es. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3 berikut yang menunjukkan pengangkutan di dalam lantai produksi.



Gambar 3. Metode pengangkutan di CV Cita Nasional

Namun, cara ini dirasa masih kurang efektif. Dengan permukaan lantai dan balok es masih tetap menimbulkan adanya gaya gesekan. Apabila ini dilakukan secara terus menerus dapat mengakibatkan kelelahan dan *Muskuloskeletal Disorder* pada bagian punggung, lengan, dan bahu. Oleh karena itu perlu penambahan alat-alat bantu transportasi. Dalam hal ini, peneliti mengusulkan penggunaan alat bantu transportasi berupa *trolley* barang dengan mempertimbangkan ukuran *container* yang digunakan di dalam

perusahaan. Ukuran kontainer yaitu 63 cm x 43 cm x 20. Gambar 4 berikut menunjukkan besarnya kontainer.



**Gambar 4. Ukuran Container yang digunakan CV Cita Nasional**

Oleh karena itu dapat dilakukan upaya perbaikan dengan menambahkan *trolley*. Desain ukuran pada trolley disesuaikan dengan anthropometri Indonesia, yaitu interpolasi British dan Hongkong (Nurmianto, 2008). Persentil yang digunakan adalah persentil 94. Ukuran tinggi dari trolley adalah 1074 mm agar sesuai dengan tinggi siku. Kemudian diameter pada pegangan trolley juga disesuaikan dengan diameter genggam manusia, yaitu 51 mm. Sedangkan untuk ukuran luas penampang disesuaikan dengan ukuran *container* 63 cm x 43 cm maka dengan penambahan allowance masing-masing 8 mm, maka luas penampang 64 cm x 44 cm. Usulan Trolley dapat dilihat pada Gambar 5.



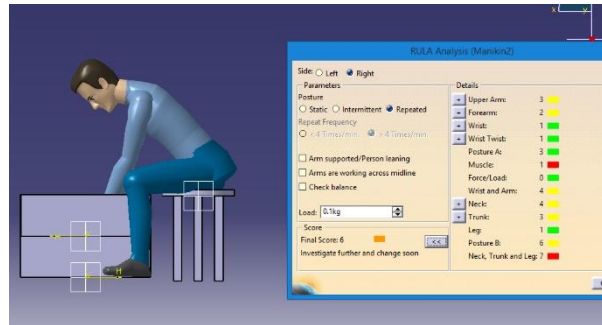
**Gambar 5. Dimensi Trolley Barang Usulan**

3. Sewaktu mengerjakan benda/barang, membawa, mengangkat, dan sebagainya hindari gerakan membungkuk maupun memutar pinggang. Gerakan membungkuk dan memutar pinggang yang sangat sering terdapat pada gerakan pengemasan cup ke dalam kontainer. Gerakan memutar dan membungkuk ini terlihat seperti pada gambar 6 berikut:



**Gambar 6. Aktivitas memutar dan membungkukkan badan**

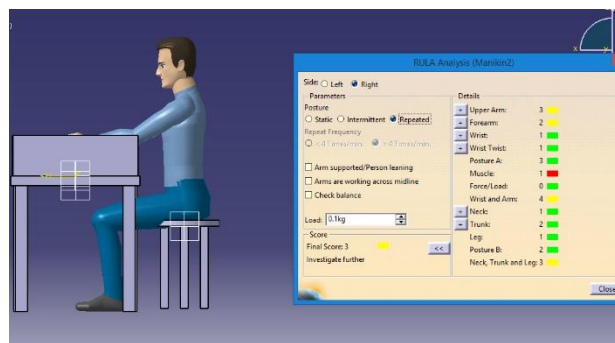
Aktivitas pengemasan cup ke dalam *container* tersebut jika diilustrasikan ke dalam *software* CATIA, maka akan didapatkan hasil seperti pada gambar 7 berikut :



Gambar 7. RULA Postur Awal

Dengan menggunakan RULA Analysis akan didapatkan hasil seperti pada gambar 7 tersebut. Skor yang mendapat nilai merah atau berarti cukup berbahaya terjadi pada bagian leher, pinggang, dan kaki. Oleh karena itu gerakan membungkuk pada saat mengemas cup mendapat nilai 6 yang berarti perlu diadakan perbaikan. Gerakan *twist* atau memutar pinggang tidak dapat dihindari karena posisi duduk tersebut merupakan posisi terbaik untuk menjangkau cup susu. Namun, gerakan membungkuk yang terlampau sering dapat mengakibatkan kelelahan dan sakit pada punggung.

Dari analisis tersebut, upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi tersebut adalah dengan menambah meja operator. Dalam hal ini dimensi meja disesuaikan dengan antropometri Indonesia, yaitu interpolasi British dan Hongkong. Persentil yang digunakan adalah persentil 94. Ukuran tinggi meja yaitu 62,7 cm atau setara dengan tinggi siku pada posisi duduk. Sedangkan luas penampang meja yaitu dengan menyesuaikan ukuran *container* yaitu 63 cm x 43 cm dengan penambahan allowance menjadi 65 cm x 45 cm. hasil postur akhir ditunjukkan gambar 8.



Gambar 8. RULA Postur Akhir

Dengan penambahan meja kerja pada pengemasan Cup didapatkan skor akhir 3 sehingga tidak berbahaya. Namun, masih skor pada *muscle* masih tetap merah. Hal ini dikarenakan frekuensi pengulangan yang cukup tinggi dalam 1 menit sehingga kelelahan pada otot tetap tidak dapat dihindarkan. Sehingga penggunaan meja kerja dapat mengurangi kelelahan dan resiko sakit pada leher punggung dan kaki.

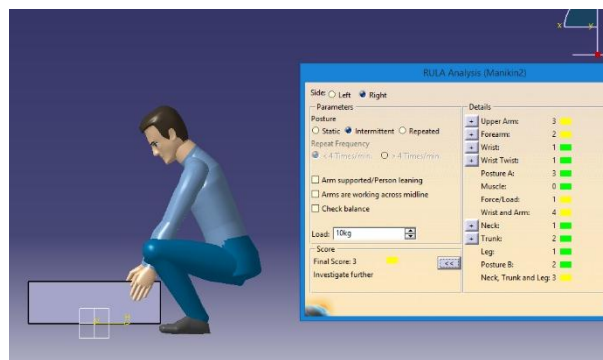
4. Melakukan gerakan mengangkat dan menurunkan barang secara perlahan-lahan dan hindarkan gerakan memutar pinggang ataupun membungkukkan badan.  
Gerakan mengangkat dan menurunkan barang dilakukan secara cepat dan dalam posisi yang salah. Cara tepat dalam mengangkat beban adalah:
  - Atur posisi kaki. Berdiri dengan kedua kaki sedikit terbuka selebar bahu.
  - Tekuk lutut, usahakan agar bagian punggung tidak ikut menekuk untuk menjaga kestabilan lengkung tulang belakang.
  - Kencangkan otot perut atas, otot perut berfungsi untuk menyongkong tulang belakang sewaktu mengangkat beban.
  - Mengangkat dengan kekuatan tungkai. Gunakan kekuatan otot tungkai, bukan otot punggung untuk mengangkat beban. Selagi mengangkat beban jagalah kestabilan lengkung tulang punggung.

- Dekatkan barang ke tubuh. Semakin dekat jarak barang dengan tubuh sewaktu diangkat, semakin ringan beban yang harus ditanggung oleh pinggang.
  - Menjaga punggung tetap tegak. Ketika hendak menaruh kembali suatu beban, tekuklah lutut dan gunakan otot tungkai untuk menahannya. Lakukan secara perlahan dan jangan memutar tubuh karena dapat mengakibatkan cedera (Tresnaningsih, 2004).
- Gambar 9 berikut merupakan ilustrasi mengangkat yang dilakukan pekerja CV Cita Nasional.



**Gambar 9. RULA Postur mengangkat Container Awal**

Sedangkan gambar 10 berikut merupakan ilustrasi dari postur tubuh yang benar saat mengangkat *container* berisi cup susu murni nasional.

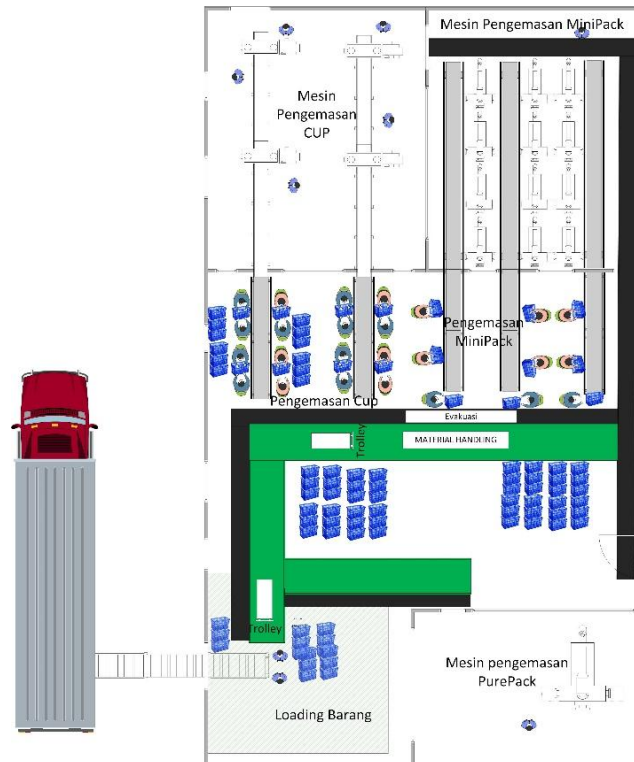


**Gambar 10 RULA Postur tubuh saat mengangkat container dengan benar**

Hasil akhir dari RULA pada postur awal menunjukkan angka 7 dan warna merah sehingga memerlukan investigasi dan perbaikan. Resiko sakit yang dapat dialami pekerja pada posisi awal terjadi di leher, punggung, otot, dan kaki. Hal ini berbeda dengan postur yang dilakukan dengan benar seperti pada gambar 10 hasil akhir menunjukkan skor 3 dan tidak terdapat bagian yang mendapat warna merah. Sehingga perlu dilakukan perbaikan posisi mengangkat yang benar yaitu jongkok.

5. Jalur-jalur keluar bangunan (untuk keadaan darurat), agar diberi tanda/garis/ tulisan yang jelas, serta harus bersih dari benda-benda yang dapat menghambat  
Di lantai produksi tidak terdapat garis atau penanda keadaan darurat. Sehingga perlu ditambahkan jalur evakuasi yang bebas dari benda-benda yang menghambat. Gambar 6 berikut menunjukkan bagaimana layout jika ditambahkan jalur evakuasi. Lebar minimal jalur evakuasi berdasarkan (*Life Safety Code*, 1997) oleh *National Fire Protection Association* pada lantai produksi adalah 71.1 cm. Sehingga desain jalur evakuasi yang dapat dibuat seperti pada gambar 11 berikut :





Gambar 11. Layout dengan Jalur evakuasi

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian terkait kesehatan dan keselamatan kerja di CV Cita Nasional dengan menggunakan *tools ergonomic checklist* (9 aspek), dari 132 point pertanyaan terdapat 16 aspek keselamatan dan kesehatan yang belum sesuai standar atau memerlukan perhatian khusus. namun, 116 aspek lain sudah memenuhi standar. Aspek yang masih kurang memenuhi standar yaitu aspek penanganan dan penyimpanan material dengan 5 kasus, aspek keamanan produksi dengan 1 kasus, rancangan stasiun kerja dan ruang kerja dengan 1 kasus, aspek *premises* dengan 3 kasus, aspek fasilitas umum dengan 3 kasus, dan aspek pengaturan pekerjaan dengan 2 kasus.

Setelah dilakukan *brainstorming* dengan pihak perusahaan didapatkan hasil bahwa dari kesembilan aspek ergochecklist, prioritas perbaikan yang ingin dilakukan yaitu pada aspek penanganan dan penyimpanan material. Hal tersebut dilakukan karena perusahaan merasa temuan pada aspek tersebut paling berpotensi memicu kelelahan pekerja. Sehingga didapatkan beberapa Upaya perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan untuk memenuhi standar keselamatan dan kesehatan kerja pada aspek penanganan dan penyimpanan material yaitu dengan menambah jalur *material handling*; penggunaan *trolley*; penambahan meja kerja pada bagian pengemasan produk; memperbaiki cara mengangkat yang benar; dan menambah jalur evakuasi.



## PUSTAKA

- Depkes RI., (1992). UU RI No.23 Tahun 1992 Tentang Kesehatan. Depkes RI.
- Dewi, L.C. dan Chandra, D. K., (2015). Analisis Prioritas Perbaikan Sistem Kerja Industri Rumah Tangga dengan Program WISH. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Vol. 4, No. 1, hal. 27-32
- Mas'idah, E., Fatmawati, W., dan Ajibta, L., (2009). Analisa Manual Material Handling (MMH) dengan Menggunakan Metode Biomekanika untuk Mengidentifikasi Resiko Cidera Tulang Belakang (Musculoskeletal Disorder). *Jurnal Fakultas Teknologi Industri*. Vol. 45, No. 119, hal. 37-56.
- Mufti, D., Suryani, E., dan Sari, N., (2013). Kajian Postur Kerja pada Pengrajin Tenun Songket Pandai Sikek. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 12 No. 01, hal. 62-72.
- NIOSH. Musculoskeletal Disorders and Workplace Faktors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work Related Musculoskeletal Disoeder. NIOSH: Centers of Disease Control and Prenvention.
- Nofirza dan Hermayu, S. A., (2016). Usulan Perbaikan Postur Dan Fasilitas Kerja Menggunakan Plibel Checklist Dan Quick Exposure Check (Studi Kasus: Home Industry Pembuatan Tahu Kusnadi), *Proceeding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)* 8, Pekanbaru, 9 November 2016, hal. 379-387
- Nurmianto, E., (2008). *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Qureshi, M., I., Iftikhar, M., Abbas, S., G., Hassan, U., Khan, K., and Zaman, K. (2013). Relationship Between Job Stress, Workload, Environment and Employees Turnover Intentions: What We Know, What Should We Know. *World Applied Sciences Journal*, 23 (6), pp 764-770
- Santoso, G., (2004). *Ergonomi, manusia, Peralatan dan Lingkungan*. Prestas Pustaka. Jakarta.
- Simanjuntak, R. A., (2012). Penilaian Faktor-faktor Resiko pada Saat Melakukan Pekerjaan dengan Metode Manual Task Risk Assessment. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNASTI)*, hal. 136-143.
- Suma'mur. (1989). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. PT. Toko Gunung Agung. Jakarta.
- Susihono, W., dan Prasetyo, W., (2012). Perbaikan Postur Kerja untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal dengan Pendekatan Metode OWAS. *Spektrum Industri*. Vol. 10 No. 01, hal. 70-81.
- Tarwaka, Bakri, S., dan Sudiajeng, L., (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Uniba Press. Surakarta
- Tarwaka, (2010). *Dasar – Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Harapan Press, Surakarta
- Tresnaningsih, E., (2004). *Warta Kesehatan Kerja*, Vol 1, No.2, Nopember 2004, Jakarta.

## IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA DAN RISIKO PADA BASE MAINTENANCE DI PT. GMF AEROASIA BANDARA SOEKARNO- HATTA, TANGERANG

Farah Huda Kusumawardhani<sup>1</sup>, Pertiwi Andarani<sup>2</sup>, Wiwik Budiawan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>3</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: farahdhani1@gmail.com

### ABSTRAK

PT. GMF AeroAsia merupakan perusahaan terbesar di Indonesia yang menyediakan jasa perawatan dan perbaikan pesawat terbang yang mencakup rangka pesawat, mesin, komponen, dan jasa pendukung lainnya, atau dikenal dengan bisnis MRO. PT. GMF AeroAsia mempunyai bisnis utama yaitu: Line maintenance, Base maintenance, Component Maintenance, Engine Maintenance dan lain-lain (Engineering service, GMF Logistic service dan GMF Aircraft Support service). Berdasarkan wawancara aktivitas pada Base Maintenance memiliki jumlah kecelakaan kerja lebih banyak dibandingkan dinas lainnya. Untuk itu diperlukan identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko serta pengendaliannya. Jumlah kecelakaan yang tinggi inilah yang menjadi latar belakang dari penelitian ini. Pada dinas Base Maintenance terdapat 5 proses utama yaitu: structure repair, machining, airframe/avionic, aircraft painting, dan dock preparational dan tool preparation. Penelitian dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung. Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi bahaya dan peilaian risiko pada Base Maintenance PT. GMF AeroAsia dan pengendalian bahaya yang dapat diterapkan pada Base Maitenance PT. GMF AeroAsia. Dalam penelitian ini menggunakan metode HIRADC untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada aktivitas Base Maintenance, penilaian risiko serta pengendaliaannya. Hasil dari penelitian ini didapat yaitu tabel HIRADC dari 5 proses utama pada Base Maintenance dan pengendalian bahaya berdasarkan hirarki pegendalian risiko pada risiko-risiko tertinggi pada aktivitas di Base Maintenance.

**Kata Kunci:** HIRADC; Hirarki Pengendalian; Penilaian Risiko; Potensi Bahaya; PT. GMF AeroAsia

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan perusahaan besar khususnya industri di Indonesia, tentunya memerlukan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) di tiap-tiap perusahaan. Menurut (Ramli, 2013), Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah pengelolaan K3 dengan menerapkan sistem manajemen untuk mencapai hasil efektif dalam mencegah kecelakaan dan efek lain yang merugikan. Setiap perusahaan memiliki bahaya yang terjadi di perusahaan tersebut. Bahaya dapat didefinisikan sebagai sumber, situasi atau tindakan yang berpotensi menciderai manusia atau sakit penyakit atau kombinasi semuanya (OHSAS 18001:2007). Untuk mengendalikan sumber bahaya dan potensi bahaya yang ada di tempat kerja, maka sumber dan potensi bahaya tersebut diperlukan diidentifikasi. Untuk menentukan risiko bahaya potensial yang dapat mengakibatkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, maka perlu dilakukan identifikasi sumber bahaya potensial yang ada di tempat kerja. Setelah sumber dan potensi bahaya teridentifikasi, maka dilakukan evaluasi tingkat risiko sumber bahaya terhadap tenaga kerja. Menurut (Ramli, 2010), risiko adalah kombinasi dari kemungkinan dan keparahan dari suatu kejadian. Dari kegiatan tersebut maka diusahakan suatu pengendalian sampai tingkat yang aman untuk tenaga kerja terhadap keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan.

Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja juga dilakukan oleh PT. Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia. Bisnis utama dari PT. GMF AeroAsia adalah penyediaan jasa perawatan dan perbaikan pesawat terbang yang mencakup rangka pesawat, mesin, komponen, dan jasa pendukung lainnya, atau dikenal dengan bisnis MRO. PT. GMF AeroAsia mempunyai area seluas 972,123 m<sup>2</sup> di kawasan Bandara Soekarno – Hatta Cengkareng dan beroperasi 24 jam setiap harinya dengan mempekerjakan kurang lebih 5000 karyawan. Beberapa proses produksi yang terdapat di PT. GMF AeroAsia yaitu line maintenance, base maintenance, component maintenance, engine maintenance, engineering services, logistic services, aircraft support services. (Annual Report PT. GMF AeroAsia, 2015)

Penulis tertarik dengan aktivitas pada *Base Maintenance* dikarenakan, dinas *Base Maintenance* memiliki beberapa proses pekerjaan yang cukup mengandung risiko yang cukup tinggi antara lain: *proses structure repair, proses machining, airframe/avionics, aircraft painting, dock preparation and tool preparation (Tool Store)*. *Base Maintenance* memiliki beberapa risiko bahaya yang cukup banyak, misalnya bahaya bekerja di ketinggian, penggunaan B3, bahan kimia, mesin-mesin yang digunakan dan lain-lain. Berdasarkan identifikasi dari data kecelakaan dinas *Base Maintenance* pada tahun 2014 terjadi 7 kasus kecelakaan kerja, tahun 2015 terjadi 32 kasus kecelakaan kerja, dan pada tahun 2016 terjadi 23 kasus kecelakaan kerja. Selain itu, berdasarkan wawancara menyatakan bahwa, *Base Maintenance* merupakan dinas yang paling banyak mengalami kecelakaan dibandingkan dengan dinas lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi bahaya dan peilaian risiko pada *Base Maintenance* PT. GMF AeroAsia dan pengendalian bahaya yang dapat diterapkan pada *Base Maintenance* PT. GMF AeroAsia menggunakan metode HIRADC.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahap-tahap penelitian dengan metode HIRADC pada aktivitas *Base Maintenance* adalah tahap pertama yaitu mengetahui langkah-langkah pekerjaan pada aktivitas *Base Maintenance*, langkah pekerjaan didapatkan dengan cara wawancara dan observasi langsung. Tahap kedua adalah mengidentifikasi potensi bahaya serta efek/dampak yang akan terjadi dari setiap aktivitas pada *Base Maintenance*. Tahap ketiga yaitu memberikan penilaian risiko awal berdasarkan matrik risiko (Tabel 3. Risk Index) berupa kemungkinan serta keparahan atau konsekuensi yang akan terjadi. Tahap ke empat adalah menyusun peringkat risiko yang tergolong *high, medium-high, medium-low*, dan *low*. Tahap selanjutnya adalah melihat apabila peringkat risiko tergolong *high* dan *medium-high* maka diperlukan pengendalian risiko tambahan. Pengendalian risiko tambahan ditentukan berdasarkan hirarki pengendalian yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administrasi dan alat pelindung diri.

### a) Identifikasi Efek Bahaya/Risiko

Personil harus mengidentifikasi efek bahaya/risiko yang ditimbulkan dari bahaya aktifitas pekerjaan rutin dan non rutin. Tabel 1 menjelaskan *severity of occurrence value* (tingkat keparahan dari suatu kejadian).

**Tabel 1. Severity of Occurrence Value**

<i>Aviation Definition</i>	<b>Artinya</b>	<b>Nilai</b>
<i>Catastrophic</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beberapa kematian</li> <li>Peralatan hancur</li> <li>Kehilangan persetujuan, perijinan atau sertifikat yang mengakibatkan penghentian seluruh operasi</li> </ul>	A
<i>Hazardous</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penurunan besar dalam margin keselamatan, penderitaan fisik atau beban kerja yang sedemikian rupa sehingga operator tidak dapat diandalkan untuk melakukan tugas secara akurat atau sepenuhnya</li> <li>Kerusakan peralatan utama</li> <li>Satu kematian</li> <li>Cedera serius yang mengharuskan rawat inap</li> <li>Praktis tidak ada margin keselamatan dalam operasi</li> <li>Sakit fisik/ beban kerja yang tinggi merusak akurasi dan penyelesaian pekerjaan</li> <li>Kehilangan persetujuan, perijinan atau sertifikat yang mengakibatkan penghentian sebagian operasi</li> </ul>	B
<i>Major</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penurunan signifikan dalam keselamatan, pengurangan kemampuan operator untuk menghadapi dengan konsisi operasi yang merugikan sebagai akibat dari peningkatan beban kerja</li> <li>Cedera/sakit yang tidak memerlukan rawat inap</li> <li>Besar pengurangan dan keselamatan operasional</li> <li>Pelanggaran utama dari kebijakan perusahaan yang tidak berdampak langsung pada persetujuan, sertifikat, izin dengan efek negatif yang signifikan pada kemampuan untuk mengelola operasi</li> <li>Sikap otoritas terhadap perusahaan yang berdampak negatif</li> </ul>	C
<i>Minor</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gangguan</li> </ul>	D

<b>Aviation Definition</b>	<b>Artinya</b>	<b>Nilai</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keterbatasan dalam operasi, penggunaan alternative prosedur, atau insiden kecil</li> <li>Insiden kecil</li> <li>Pembatasan operasi</li> <li>Menggunakan prosedur darurat</li> <li>Pelanggaran utama dari kebijakan perusahaan yang tidak berdampak langsung pada persetujuan, sertifikat, izin dengan efek negatif yang signifikan pada kemampuan untuk mengelola operasi</li> </ul>	
<i>Negligible</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedikit konsekuensi</li> <li>Tidak ada cedera</li> <li>Tidak ada pelanggaran dari persyaratan perusahaan</li> <li>Tidak ada dampak pada persetujuan atau perijinan</li> </ul>	E

Sumber: Dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko K3 dan Lingkungan, 2016

#### b) Penilaian Risiko Awal

Penilaian risiko awal/*Initial Risk Assessment* setiap bahaya yang telah diidentifikasi dengan dinilai tingkat risiko dengan mengkombinasikan antara tingkat keparahan/*severity* (S) pada tabel 1 dengan tingkat kemungkinan/*probability* (P) pada tabel 2, yang kemudian dinilai tingkat risikonya dengan mengacu pada ketentuan pada tabel 3 *risk index* dan tabel 4 *risk matrix* yang menjelaskan mengenai matrik risiko.

**Tabel 2 Tingkat Probabilitas Kejadian**

<b>Probabilitas Kejadian</b>		
<b>Definisi Kualitatif</b>	<b>Artinya</b>	<b>Nilai</b>
<i>Frequent</i> (Sering terjadi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mungkin terjadi berkali-kali (telah sering terjadi)</li> <li>1 (satu) kejadian / bulan sekali</li> </ul>	5
<i>Occasional</i> (Kadang-kadang)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mungkin terjadi beberapa kali (jarang terjadi)</li> <li>1 (satu) kejadian/ 3 (tiga) bulan sekali</li> </ul>	4
<i>Remote</i> (Jarang)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak mungkin, tetapi mungkin terjadi (jarang sekali terjadi)</li> <li>1 (satu) kejadian/ 6 (enam) bulan sekali</li> </ul>	3
<i>Improbable</i> (Tidak mungkin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sangat tidak mungkin terjadi (tidak diketahui telah terjadi)</li> <li>1 (satu) kejadian/ 9 (sembilan) bulan sekali</li> </ul>	2
<i>Extremely improbable</i> (Sangat tidak mungkin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hampir tak terbayangkan bahwa akan terjadi</li> <li>Tidak ada kejadian dalam satu tahun</li> </ul>	1

Sumber: Dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko K3 dan Lingkungan, 2016

**Tabel 3. Risk Index**

<b>Severity</b>	<b>Catastrophic (A)</b>	<b>Hazardous (B)</b>	<b>Major (C)</b>	<b>Minor (D)</b>	<b>Negligible (E)</b>
<b>Probability</b>					
<i>Frequent</i> (5)	5A	5B	5C	5D	5E
<i>Occasional</i> (4)	4A	4B	4C	4D	4E
<i>Remote</i> (3)	3A	3B	3C	3D	3E
<i>Improbable</i> (2)	2A	2B	2C	2D	2E
<i>Extremely Improbable</i> (1)	1A	1B	1C	1D	1E

Sumber: Dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko K3 dan Lingkungan, 2016

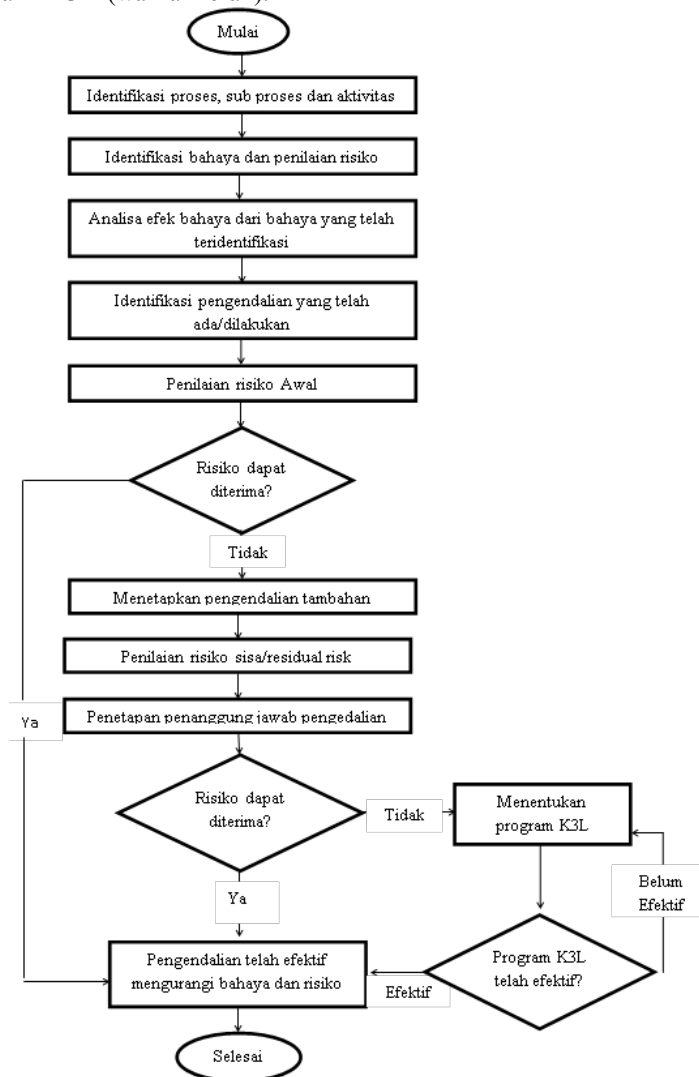
**Tabel 4. Risk Matrix**

Indeks risiko	Tindakan yang diperlukan
5A,5B,5C,4A,4B,3A <b>HIGH</b>	Tidak dapat diterima dalam situasi yang ada Tidak mengizinkan operasi apapun sampai tindakan pengendalian yang memadai telah diterapkan untuk mengurangi risiko ke tingkat yang dapat diterima
5D,5E,4C,3B,3C,2A,2B <b>MEDIUM-HIGH</b>	Perhatian manajemen dan persetujuan dari pengendalian risiko/ tindakan mitigasi yang diperlukan
4D,4E,3D,2C,1A,1B <b>MEDIUM-LOW</b>	Diterima setelah meninjau operasi
3E,2D,2E,1C,1D,1E <b>LOW</b>	Diterima

Sumber: Dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko K3 dan Lingkungan, 2016

**c) Pengendalian Risiko Tambahan**

Pengendalian risiko tambahan/additional dilakukan apabila pada penilaian risiko awal/*initial risk assessment* masih belum diterima/*unacceptable* atau tingkat risikonya masih dalam kategori *MEDIUM-HIGH* (warna kuning) dan *HIGH* (warna merah).



**Gambar 1. Diagram alir prosedur penentuan identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko**

Sumber: Dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko K3L, 2016

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. GMF AeroAsia di *Base Maintenance* memiliki 5 proses utama yaitu proses *structure repair*, *machining*, *airframe/avionics*, *aircraft painting*, and *dock preparation and tool preparation (Tool Store)*

#### a) *Structure Repair*

Menurut hasil analisis identifikasi bahaya dan penilaian risiko di Workshop 1 yaitu proses *Structure Repair* terdapat 5 item yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Item yang mempunyai nilai tertinggi dan nilai terbanyak yaitu pada kegiatan *cutting and doubler skin* dengan tingkat risiko 3 berisiko *medium-high* dan 9 berisiko *medium-low*.

Kegiatan *cutting and doubler skin* merupakan kegiatan pemotongan logam ,menimpa bagian komponen pesawat yang perlu ditutup dan juga mengebor komponen pesawat dengan menggunakan alat *drill* yang dioperasikan secara manual (*pneumatic*). Kegiatan *cutting and doubler skin* memiliki bahaya getaran, sisa potongan logam, dan benda yang tajam. Penyimpangan yang terjadi pada aktifitas kerja ini adalah tidak menggunakan alat pelindung diri seperti *safety goggles*, *wearpack* dan *ear plug/ ear muff* pada pekerja yang memiliki bahaya kebisingan, getaran yang ditimbulkan.pada saat proses kegiatan yang sedang melakukan drilling dan tidak disediakannya tempat sementara dibawah mesin untuk tempat sisa logam yang tidak digunakan. Sedangkan pengendalian yang telah dilakukan oleh PT. GMF AeroAsia adalah dengan penyediaan alat pelindung diri berupa *safety goggles*, *wearpack*, *ear plug/ ear muff* dan membuat instruksi kerja.

**Tabel 5. Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko di Proses *Structure Repair***

No	Proses	Kondisi (N/Ab/E)	Bahaya	Efek Bahaya	Pengendalian risiko yang ada	Penilaian Risiko Awal			Pengendalian risiko tambahan	Penilaian Risiko Tersisa		
						P	S	TR		P	S	TR
1	<i>Cutting dan doubler skin</i>	N	Getaran dari alat bor/drilling	Syndrome meta carpal	Belum ada	3	C	3C	Menggunakanalat drilling yang tahan getar	3	D	3D
2	<i>Cutting dan doubler skin</i>	N	Cutter tajam	Tangan terluka	Menggunakan sarung tangan	5	D	5D	Pergantian jenis bahan sarung tangan yang lebih tebal	3	D	3D
3	<i>Cutting dan doubler skin</i>	N	Sisa potongan logam dn serpihan logam	Luka tergores Intasi mata	Penggunaan Safety Goggles dan safety shoes	3	C	3C	-Penambahan penggunaan APD -Penambahan tempat pembuangan logam sementara	2	D	2D
4	Drilling	N	Getaran	Gangguan syaraf	Memakai APD masker, sarung tangan, Ear Plug, Goggle	3	C	3C	Menggunakan alat bor yang tahan getaran	2	D	2D
5	Melakukan pegampasan di sanding room	N	Debu	Sesak nafas	Memakai Masker	3	C	3C	Memakai safety gloves, safety shoes, safety goggles, dan wearpack	2	D	2D

Pengendalian alternatif tambahan yang dapat dilakukan yaitu :

1. Pengendalian eliminasi terhadap sisa logam yang tersisa saat proses *cutting* dengan menyediakan tempat sisa logam dibawah alat *cutting*. Sehingga dapat mengurangi risiko pekerja saat mengumpulkan potongan logam dengan manual.
2. Pada proses *structure repair* memiliki detail kegiatan yaitu menggunakan alat yang dioperasikan dengan tangan, misalnya alat *drill* dan alat *rivet* yang memiliki getaran yang cukup tinggi. Pengendalian substitusi adalah alat-alat tersebut dapat diganti dengan alat yang tahan getar atau dapat melapisi alat tersebut dengan peredam getar.
3. Pada alat *manual drill* yang terlihat bahwa mata bor (*drill*) belum diberikan pengaman. Pengendalian rekayasa teknik yang dapat dilakukan yaitu berupa kaca pengaman yang dipasang pada mata bor. Sehingga percikan gram yang sering ditimbulkan saat bekerja semakin rendah potensi bahayanya untuk terkena pekerja.
4. Pengendalian yang dapat ditambahkan yaitu menambah rambu-rambu K3, dan mengganti rambu-rambu yang sudah tidak terlihat jelas dan melakukan pengecekan serta pengisian kotak P3K.

## b) Machining

Berdasarkan hasil analisa identifikasi bahaya dan penilaian risiko di *proses machining* terdapat 4 kegiatan yang mungkin berpotensi menimbulkan bahaya kecelakaan kerja. Selanjutnya, untuk tingkat risiko yang paling tinggi yaitu

1. Pada kegiatan mengambil *raw material* dengan tingkat risiko 1 berisiko medium-high dan 1 berisiko medium-low. Pengambilan *raw material* dengan manual handling sangat berpengaruh terhadap kondisi fisik pekerja. Pengendalian substitusi alternatif yang dapat dilakukan yaitu alat bantu *handlift* dengan *crane*. Pengendalian tersebut dapat menurunkan risiko bahaya *manual handling* yang berpengaruh pada kesehatan pekerja. Sehingga kemungkinan seperti tertimpa *raw material*, LBP dan lain-lain dapat berkurang risikonya.
2. Pada kegiatan *milling, turning, booring and sharpening* dengan tingkat 2 berisiko *medium-high*, 4 berisiko *medium-low*, dan 1 berisiko *low*. Kegiatan pengoperasian *milling, turning, booring, sharpening* ini merupakan kegiatan yang dilakukan setiap hari namun tidak menentu waktu pengerjaannya. Kegiatan dalam mengoperasikan mesin *milling, turning, booring* dan *sharpening* memiliki bahaya yang cukup besar mengingat pekerja harus berhadapan dengan mesin yang menghasilkan suara yang bising, dan mata pisau yang cukup berbahaya. Penyimpangan yang mungkin terjadi pada aktifitas kerja ini adalah tidak menggunakan alat pelindung diri seperti *ear plug/ear muff, safety goggles, wearpack* dan masker pada pekerja yang sedang melakukan aktifitas tersebut. Sedangkan pengendalian yang dilakukan oleh PT.GMF AeroAsia adalah dengan penyediaan alat pelindung diri berupa *ear plug/ear muff, safety goggles* dan masker, serta membuat instruksi kerja pada kegiatan *milling, turning, booring, sharpening*.
3. Pada kegiatan *Argon welding* dengan tingkat risiko 1 berisiko medium-high, 2 berisiko medium-low dan 4 berisiko *low*. Kegiatan *argon welding* ini merupakan kegiatan dilakukan setiap hari namun tidak menentu waktu pengerjaannya. Kegiatan pengelasan/*welding* memiliki bahaya emisi udara yang ditimbulkan dari proses pengelasan. Penyimpangan yang sering terjadi pada aktifitas kerja ini adalah tidak menggunakannya alat pelindung diri seperti *protective clothing, dan goggles full mask* pada pekerja yang sedang melakukan aktifitas pengelasan. Sedangkan pengendalian yang telah dilakukan oleh PT. GMF AeroAsia adalah dengan penyediaan alat pelindung diri berupa *protective clothing, goggles full mask*, tempat yang tertutup (dengan tirai gelap) dan membuat instruksi kerja pada kegiatan pengelasan.

**Tabel 6. Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko di Machining**

No	Proses	Kondisi (N/Ab/E)	Bahaya	Efek Bahaya	Pengendalian risiko yang ada	Penilaian Risiko Awal			Pengendalian risiko tambahan	Penilaian Risiko Tersisa		
						P	S	TR		P	S	TR
1	Ambil Raw Material	Ab	Tertimpa Material	Tulang retak	Memakai safety shoes	3	C	3C	Crane	3	D	3D
2	Milling, Turning, Booring, Sharpening	Ab	Mesin meledak	Tangan cedera berat	Memakai APD masker, Ear Plug, Goggle	2	B	2B	Menambahkan pelindung mesin Mesin dapat diganti dengan Mesin CNC	1	D	1D
3	Milling, Turning, Booring, Sharpening	N	Sisa potongan logam	Luka terbuka dan iritasi mata	Memakai APD masker, Ear Plug, Goggle	4	C	4C	Penyediaan tempat sisa logam sementara	4	D	4D
4	Argon Welding	Ab	Emisi Udara	Pencemaran Udara	Tidak ada	3	C	3C	Menggunakan Masker Memasang saluran exhaust gas	2	D	2D

Pengendalian tambahan alternatif yang dapat dilakukan yaitu:

1. Karena kantor untuk pegawai dan tempat kerja berdekatan. Kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin sangat berpengaruh terhadap pegawai yang berada di kantor. Sehingga tempat kantor sebaiknya diperlukan penambahan peredam suara yaitu dengan memasang peredam suara *greenwool* pada area dinding dan atap kantor untuk mengurangi bising yang ditimbulkan oleh mesin yang sedang beroperasi. Bahan dasar dari *greenwool* adalah *Polyester Fibre*. *Greenwool* memiliki sifat *hydrophobic* yang menolak air sehingga *greenwool* tidak dipengaruhi oleh kelembaban udara.
2. Selain itu proses *welding/* pengelasan hal yang biasanya sulit dikerjakan adalah pengelasan komponen pesawat yang kecil dan harus menggunakan *safety gloves* tahan panas. Namun, *safety gloves* tahan panas yang tersedia adalah terlalu besar dan mengganggu proses pengelasan komponen yang berukuran kecil. Sehingga, pekerja menggunakan *safety gloves* yang tidak tahan panas (majun) dan sangat berbahaya untuk pekerja. Pengendalian alternatif yang dapat dilakukan yaitu menggunakan *safety gloves* yang tahan panas namun ukurannya lebih kecil dan tidak mengganggu proses pengelasan.

3. Pada proses *welding*/pengelasan tidak semua tempat *welding* dilengkapi dengan *exhaust gas* untuk pengeluarannya gas yang ditimbulkan dari proses pengelasan.
4. Beberapa mesin, travo, alat lainnya yang belum terpasang *serviceable tag* atau repair tag yang diperlukan dalam kelangsungan pekerjaan.
5. Kemudian dapat ditambahkan sebagai pengendalian risiko yaitu membuat instruksi kerja, pemasangan rambu-rambu K3 dan pemasangan pelindung mesin

#### c) *Airframe/Avionics*

Berdasarkan hasil analisa identifikasi bahaya dan penilaian risiko di proses *airframe/avionic* 2 item yang mempunyai nilai tertinggi yaitu pada kegiatan *engine replacement* dengan tingkat risiko 1 berisiko high, serta kegiatan *refueling* dan *defueling* dengan tingkat risiko 1 berisiko medium-high. Kegiatan *engine replacement* merupakan kegiatan pergantian engine pesawat atau komponen pada *fan cowl* pesawat. Penyimpangan yang sering adalah tidak menggunakan *hardcap* untuk pelindung kepala. Kegiatan *refueling* dan *defueling* merupakan proses pengisian dan pengeluaran avtur. Avtur yang masih ada didalam pesawat diganti dengan avtur yang baru. Penyimpangan yang terjadi pada bagian ini adalah kegiatan *refueling* dan *defueling* dilakukan sebelum tim *fire brigade* datang. Pengendalian yang telah dilakukan oleh PT. GMF AeroAsia adalah memiliki 1 unit mobil pemadam kebakaran (tim *fire brigade*) yang selalu mengawal proses *refueling* dan *defueling*.

**Tabel 7. Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko di Proses *Airframe/Avionics***

No	Proses	Kondisi (N/Ab/E)	Bahaya	Efek Bahaya	Pengendalian risiko yang ada	Penilaian Risiko Awal			Pengendalian risiko tambahan	Penilaian Risiko Tersisa		
						P	S	TR		P	S	TR
1	<i>engine replacement</i>	N	terjepit, tertimpa komponen engine kepala terbentur engine	patah, kehilangan anggota tubuh, kepala memerlukan sobek	Mengikuti instruksi kerja, safety briefing	5	C	5C	Menggunakan <i>hardcap</i>	3	D	3D
2	<i>refueling dan defueling</i>	N	Fuel	Gangguan pernafasan	safety devices, pemasangan tangga	3	C	3C	Menggunakan masker	1	D	1D

Pengendalian alternatif yang dapat dilakukan adalah

1. Berdasarkan observasi dan data kecelakaan 2016, para pekerja tidak menggunakan *hardcap* sebagai pelindung kepala selama bekerja memperbaiki pesawat. Apabila melakukan pekerjaan seperti *landing gear replacement* dan *engine replacement*. Pegawai mengalami kecelakaan dikarenakan terbentur *fan cowl* pesawat. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu melakukan *briefing* dan memastikan APD yang lengkap sesuai dengan SOP.
2. Pengendalian APD yang dapat dilakukan saat *refueling* dan *defueling* adalah menggunakan masker N95.
3. Ceceran oli/fuel/B3 dapat dikendalikan dengan menaburi cairan limbah B3 dengan pasir. Karena dalam prosedur Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (GMF/ HSE P-5-02), penanganan menggunakan serbuk gergaji. Serbuk gergaji merupakan bahan yang mudah sekali terbakar apabila dicampur maka akan lebih mudah untuk terbakar.

#### d) *Aircraft Painting*

Berdasarkan hasil analisa identifikasi bahaya dan penilaian risiko di *proses aircraft painting*, Item yang mempunyai nilai tertinggi yaitu pada kegiatan *masking area*, *sending*, *striping*, *water brate test*, *painting* dengan tingkat risiko 1 berisiko high dan 3 berisiko medium-low.

Kegiatan *masking area*, *sending*, *striping*, *water brate test*, *painting* memiliki bahaya yang cukup besar mengingat pekerja harus bekerja menggunakan soda api, dan juga berada mengecat pada ketinggian untuk proses pengecatan keseluruhan badan pesawat. Penyimpangan yang terjadi pada kegiatan ini adalah pemasangan *safety full body harness* yang tidak benar dan pekerja dapat terpeleket *mask* pada saat proses *masking* badan pesawat. Salah satu contoh kasus kecelakaan tahun 2016 yang terjadi di *Painting- Hangar 4*. "Pekerja terjatuh dan punggungnya mengenai *dock*." Pengendalian yang dilakukan oleh PT. GMF AeroAsia adalah menyediakan *safety full body harness* untuk pekerja, mengadakan sosialisasi mengenai lebih masangan *safety full body harness*, megikuti instruksi kerja dan *briefing* kerja sebelum melaksanakan pekerjaan.



**Tabel 8. Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko di Proses Aircraft Painting**

No	Proses	Kondisi (N/Ab/E)	Bahaya	Efek Bahaya	Pengendalian risiko yang ada	Penilaian Risiko Awal			Pengendalian risiko tambahan	Penilaian Risiko Tersisa		
						P	S	TR		P	S	TR
1	masking area, sending, striping, water brate test, painting	N	jatuh, terpeleset, debu, limbah B3	luka, patah anggota tubuh, penyakit ISPA, iritasi mata, iritasi kulit	Pemakaian APD, pemasangan tangga kerja, pemberian susu sesudah aktifitas,	3	C	3C	Melaksanakan instruksi kerja Menyediakan P3K	3	D	3D
2	Amplas	N	Debu amplas	Gangguan kesehatan	Penggunaan APD berupa masker	4	C	4C	Googles dan Eye wash	3	D	3D
3	Base compound	N	material cat terhirup	sesak nafas	Pakai Masker, Sarung tangan,	3	C	3C	Penggunaan protective clothing, pemasangan rambu K3	2	D	2D
4	Base compound	N	Penggunaan B3	Pencemaran tanah		3	D	3C	Penggunaan secondary contaminant	2	D	2D

Pengendalian alternatif yang dapat dilakukan adalah

1. Penyediaan *eye wash* pada area painting pada Workshop 1.
2. Penggantian rambu-rambu K3 yang tidak terpasang jelas dikarenakan terkena cat pada ruang painting.
3. Pengadaan SOP dan sosialisasi mengenai *safety full body harness*. Karena ada pekerja yang belum mengerti pemasangan *safety full body harness* yang benar.
4. Pemeriksaan APD secara berkala, karena ada beberapa *filter* yang terpasang pada masker sudah tidak berfungsi dengan baik.

**e) Proses Dock Preparation and Tool Preparation**

Dari hasil analisa identifikasi bahaya dan penilaian risiko di *Dock Preparation and Tool Preparation*. Semua detail kegiatan yang memiliki bahaya sudah dapat dikendalikan dengan baik. Selain itu, pengendaliannya sudah cukup baik.

Penyimpangan yang mungkin terjadi pada bagian *Dock Preparation and Tool Preparation* adalah belum disediakannya alat pelindung diri seperti headcap dan *safety shoes* oleh PT. GMF AeroAsia kepada setiap pekerja yang akan. Selain itu, kemungkinan yang lain adalah belum terpasangnya rambu-rambu K3 dan kelengkapan isi kotak P3K. Bahaya yang dapat timbul berupa akibat pemasangan *dock* adalah tertimpa *dock*, menabrak benda objek lain. Selain itu bahaya yang timbul dapat berupa tertimpa benda berat yang akan diangkut ke pesawat. Sedangkan pengendalian yang telah dilakukan oleh PT. GMF AeroAsia adalah dengan menyediakan prosedur operasi dan training *forklift*.

**Tabel 9. Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko di Proses Dock Preparation and tool preparation**

No	Proses	Detail Kegiatan	Kondisi (N/Ab/E)	Bahaya	Efek Bahaya	Pengendalian risiko yang telah ada	Penilaian Risiko Awal			Pengendalian risiko tambahan	Penilaian Risiko Tersisa		
							P	S	TR		P	S	TR
4	<i>Dock preparation and tool preparation (Tool store)</i>	pasang dock menggunakan forklift	Ab	tertimpa dock atau benda yg berada	patah anggota tubuh, cacat, luka	training utk menambah ketrampilan, APD	2	D	2D				
			N	Kelalaian Pekerja	Menabrak Objek/Tetabrak Objek Dock belum terlock	Memasang rambu-rambu K3 di area kerja	2	D	2D				
		mengangkut benda berat ke pesawat	Ab	di dock, tertimpa tool	patah anggota tubuh, cacat, luka	adanya prosedur operasi, APD	3	D	3D				

Pengendalian alternatif yang dapat dilakukan yaitu:

1. Memasang *serviceable tag* pada pengendali *docking* untuk memastikan adanya perbaikan atau pengecekan.
2. Posisi tangga kerja yang tidak tepat dapat menghambat jalan atau pekerjaan pada pesawat. Para pekerja sering melupakan tangga kerja yang tidak terkunci dengan sempurna, sehingga dapat membuat kecelakaan. Pengendalian yang dapat dilakukan adalah *briefing* sebelum melakukan pekerjaan
3. Beberapa *dock* sudah berkarat dan pengeroposan. Hal tersebut dapat dilakukan pengecatan ulang atau penggantian dengan *dock* yang baru. Pengecatan ulang terhadap *dock* yang sudah mulai berkarat. Jenis cat yang direkomendasikan adalah cat yang bersifat menolak atau meredam panas dan anti korosi, misalnya yang berbahan dasar *acrylic polymer* yang sudah dimodifikasi sehingga cocok untuk iklim tropis.

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian, penggunaan metode dengan HIRADC cukup tepat dikarenakan sudah cukup menjelaskan mengenai identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian bahaya yang mengacu hirarki pengendalian bahaya. yang memiliki tingkat risiko/peringkat tertinggi adalah proses *airframe/avionic* pada kegiatan *engine replacement*. Pada kegiatan *engine replacement* bahayanya yaitu terjepit, tertimpa *component engine*, dan kepala terbentur engine. Berdasarkan observasi dan data kecelakaan 2016, kecelakaan tertinggi yaitu kepala terbentur oleh engine pesawat. Pengendalian alternatif dari penulis yang dapat dilakukan yaitu menggunakan *hardcap* pada saat bekerja. Pengendalian dengan APD yang merupakan hirarki terakhir dipilih karena pekerjaan engine yaitu dengan bahaya kepala terbentur sudah tidak bisa dikontrol dengan hirarki yang lain.

## PUSTAKA

- Annual Report PT. GMF AeroAsia tahun 2015
- PT. GMF AeroAsia, 2016. Dokumen HSE Manajemen Manual
- PT. GMF AeroAsia. 2016. Dokumen Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko K3L
- PT. GMF AeroAsia. 2016. Dokumen Penetapan Tujuan, Sasaran, dan Perumusan Program Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan
- PT. GMF AeroAsia. 2016. Dokumen Pengelolaan Alat Pelindung Diri
- OHSAS 18001 : 2007. *Occupational Health and Safety Management System*. Occupational Health and Safety Assesment Series : BSI.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan SMK3.
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Ramli, S. (2013). *Smart Safety Panduan Penerapan SMK3 yang Efektif (Cetakan I)*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360 : 2004*.
- Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja
- Undang-undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

## ANALISIS KEANDALAN MANUSIA MENGGUNAKAN HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE (HEART) DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR

Ahmad Fardiansyah<sup>1</sup>, Wiwik Budiawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedharto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

Email: ahmaddfrd@gmail.com<sup>1</sup>; wiwikbudiawan@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

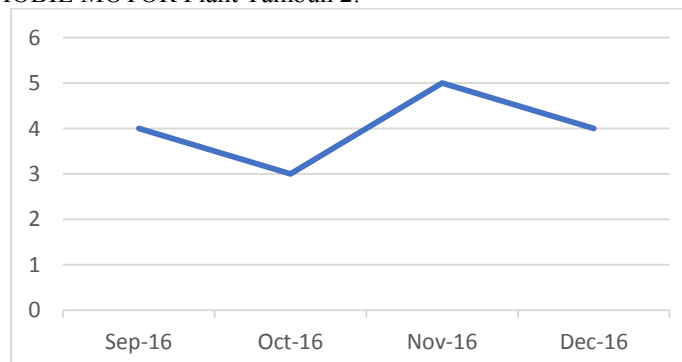
PT Suzuki Indomobil Motor merupakan salah satu perusahaan otomotif terbesar di Indonesia yang memiliki misi salah satunya yaitu "Menuju Zero Accident dan Zero Defect," namun perusahaan ini masih memiliki nilai *Frequency Injury Rate (FIR)* sebesar 0,687. Sebagai upaya PT SIM untuk menuju zero-defect dan zero-accident diperlukan berbagai cara yang salah satunya adalah meningkatkan keandalan manusia. Disisi lain manusia memiliki keandalan yang cukup sulit untuk dijaga konsistensinya karena berbagai faktor yang tidak dapat dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu analisis lebih dalam mengenai keandalan manusia sehingga peran manusia menjadi dapat lebih diandalkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keandalan manusia pada proses perakitan instrumen panel di PT Suzuki Indomobil Motor. Proses perakitan tersebut memiliki 16 task yang kemudian dibagi menjadi beberapa sub-task menggunakan *Hierarchical Task Analysis*. Setelah dilakukan pengukuran menggunakan metode *Human Error Assesment and Reduction Technique* diperoleh nilai error terbesar yaitu pada task 3.2 memasang screw instrumen panel dengan nilai 0,505774 dan kegagalan yang dapat terjadi yaitu terlepasnya screw atau longgarnya screw sehingga akan menimbulkan noise pada saat mobil dikendarai. dan nilai error terbesar kedua yaitu task 1.memasang lembar komponen dengan nilai sebesar 0,6878 dan kegagalan yang dapat terjadi yaitu komponen yang akan dipasang tidak sesuai.

**Kata kunci:** *Human Reliability Assesment; Human Error Assessment and Reduction Technique; Human Error; Hierarchical Task Analysis*

### 1. PENDAHULUAN

Pusat Data dan Informasi Kementerian dan Kesehatan RI menunjukkan jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 24.910 kasus. Hal tersebut menunjukkan masih tingginya angka kasus kecelakaan kerja di Indonesia. Besarnya potensi kecelakaan kerja tersebut disebabkan salah satunya oleh faktor manusia. Berdasarkan kondisi yang ada di Indonesia dan besarnya proporsi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error*, maka penelitian akan difokuskan terhadap pengurangan kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error*.

PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR, sebagai salah satu perusahaan otomotif terbesar di Indonesia, saat ini memiliki target untuk mencapai *zero accident* dan *zero-defect*. Salah satu upaya dalam mewujudkan target tersebut yaitu dengan mengurangi peluang operator untuk membuat kesalahan. Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan pengukuran tingkat keandalan operator pada section assembling di PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR Plant Tambun 2.



Gambar 1 Grafik Defect Instrumen Panel

Gambar 1 menunjukkan jumlah terjadinya kegagalan pada produk sub-assy instrumen panel selama bulan September 2016 hingga Desember 2016. Pada bulan September terdapat empat kali kecacatan, Oktober tiga kali kecacatan, September lima kali, dan Desember empat kali. Selain itu, kecelakaan kerja yang terjadi pada *section assembling instrumen panel* terjadi sebanyak enam kali sepanjang tahun 2016. Oleh karena itu, penulis ingin mengidentifikasi tingkat keandalan manusia pada proses perakitan tersebut sebagai upaya menuju *zero defect* dan *zero accident* dengan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap proses perakitan tersebut.

Tujuan penelitian yang dilakukan di PT Suzuki Indomobil Motor adalah (1) Mengidentifikasi urutan setiap proses perakitan beserta *possible error* dari setiap urutan kerja (2) Mengklasifikasikan setiap *task* kedalam *generic task type* dan mengidentifikasi *error producing conditions* (3) Menghitung nilai *Assesed Proportion of Effect* dan *Human Error Probability*. (4) Memberikan rekomendasi perakitan terhadap proses perakitan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Human Reliability Assessment

*Human Reliability Assessment* (HRA) merupakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur kontribusi manusia terhadap resiko. Terdapat banyak variasi dari HRA yang dikembangkan kepada industri tertentu. Dalam kaitannya dengan Kesehatan, Keselamatan dan Lindung lingkungan (K3LL), HRA digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang diberikan manusia dengan melakukan pengukuran resiko terhadap kecelakaan kerja. Secara total terdapat 72 *tools* dalam *human reliability* yang potensial digunakan, dimana terdapat 37 metode yang masih dalam investigasi dan 35 metode yang telah diinvestigasi dapat digunakan dalam pengukuran *human reliability* dalam konteks K3LL (Bell dan Holyord, 2009).

### 2.2 Human Error

Sanders & McCormick (1992) mendefinisikan kesalahan manusia (*human error*) sebagai tindakan atau perilaku manusia yang kurang sesuai atau tidak diinginkan sehingga menyebabkan penurunan efektivitas, keselamatan kerja, serta performansi sistem.

Secara garis besar terdapat beberapa faktor yang memengaruhi hasil kerja manusia dan dapat dibagi atas dua kelompok, yakni:

- a. Faktor-faktor diri (individu) terdiri atas: sikap, sifat, nilai, karakteristik, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain-lain.
- b. Faktor-faktor situasional: lingkungan fisik, mesin, dan peralatan, metode kerja, dan lain-lain. (Ishak A, 2002)

Klasifikasi *human error* dapat digunakan dalam pengumpulan data tentang *human error* serta memberikan panduan yang berguna untuk menyelidiki sebab terjadinya *human error* dan cara untuk mengatasinya. Klasifikasi *human error* menurut Swain dan Guttman (1983) adalah sebagai berikut:

- a. *Error of Omission* yaitu kesalahan karena lupa melakukan sesuatu. Contohnya seorang montir listrik terkana sengatan listrik karena lupa memutuskan arus listrik yang seharusnya diputus sebelum melakukan pekerjaan tersebut.
- b. *Error of Commission* yaitu ketika mengerjakan sesuatu tetapi tidak dengan cara yang benar. Contohnya, seorang mekanik seharusnya menyalakan *conveyor* dengan kecepatan yang bisaa saja namun karena kehilangan keseimbangan, sang mekanik melakukan kesalahan dengan menyalakan *conveyor* pada kecepatan penuh.
- c. *A Sequence Error* yaitu kesalahan karena melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan urutan. Contohnya, seorang *operator* seharusnya melakukan pekerjaan dengan urutan mengangkat baru memutar benda yang diangkat. Namun yang terjadi, sang *operator* memutar benda terlebih dahulu tanpa mengangkatnya, akibatnya benda tersebut terbalik dan menimpa sang *operator*.
- d. *A Timing Error* yaitu kesalahan yang terjadi ketika seseorang gagal melakukan pekerjaan dalam waktu yang telah ditentukan, baik karena respon yang terlalu lama ataupun respon yang terlalu cepat. Contohnya, seorang *operator* seharusnya menjauhkan tangannya dari suatu mesin, namun karena respon *operator* terlalu lama, sang *operator* gaga menjauhkan tangannya diwaktu yang telah ditentukan dan menyebabkan kecelakaan serius.

### 2.3 Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)

HEART pertama kali diperkenalkan oleh Williams pada 1985 ketika beliau bekerja pada *Central Electricity Generating Board*. Metode ini dijelaskan secara detail oleh Williams pada tahun 1986 dan 1988. HEART merupakan metode yang dirancang sebagai metode HRA yang cepat dan sederhana dalam mengkuantifikasi resiko *human error*. Metode ini secara umum dapat digunakan pada situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi suatu hal yang penting. Metode HEART digunakan dalam industri nuklir dan berbagai industri seperti industri kimia, penerbangan, kereta api, pengobatan, dan sebagainya (Bell dan Holroyd, 2009).

HEART merupakan salah satu metode HRA yang memiliki sejarah validasi. Pada tahun 1997, Kirwan melakukan validasi pada metode HEART melalui dua metode yakni THERP dan JHEDI. Penelitian validasi ini dilakukan oleh tiga puluh praktisi HRA yang melakukan pengukuran terhadap tiga puluh pekerjaan. Validasi dilakukan dengan sepuluh orang melakukan pengukuran menggunakan THERP, sepuluh orang menggunakan HEART, dan sepuluh orang menggunakan JHEDI. Hasil validasi tersebut menunjukkan korelasi yang signifikan berdasarkan *assessed value* dan *true values*. Kirwan menemukan bahwa tidak ada satupun teknik yang memiliki performa beda satu dengan yang lainnya dan ketiga metode memiliki level akurasi yang masuk akal (Kirwan, 1995).

### 2.4 Hierarchical Task Analysis

Sebelum melakukan analisis dengan menggunakan metode HRA, langkah awal yang dilakukan adalah dengan menganalisis tahapan kerja dari operator. Tahapan kerja ini dapat dianalisis menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). HTA menghasilkan gambaran berupa hierarki dari pekerjaan dan sub pekerjaan. Dalam HTA juga dikenal *plans* yang menjelaskan tentang urutan dan kondisi pekerjaan yang dilakukan. HTA dapat berupa teks atau diagram. Langkah – langkah yang dilakukan dalam membuat HTA adalah sebagai berikut (Shepherd, 2001):

1. Identifikasi pekerjaan utama yang akan dianalisa Tentukan tujuan secara keseluruhan dengan batasan-batasannya. Selain itu tentukan ruang lingkup tujuan tersebut, apakah setiap aktivitas pekerjaan melibatkan aktivitas perawatan, aktivitas pada saat pekerjaan berjalan abnormal atau mengalami gangguan.
2. Memecah pekerjaan utama menjadi sub pekerjaan dan membangun *plan*. *Plan* berfungsi untuk menjelaskan rangkaian pekerjaan yang dikerjakan dengan kondisi tertentu. Misalkan dalam pekerjaan membuang sampah kedalam keranjang terdapat sub kegiatan mengosongkan keranjang. Sub kegiatan ini dilakukan jika keranjang sudah penuh. Untuk kasus seperti ini dalam HTA dijelaskan dalam *plan* dimana pekerjaan mengosongkan keranjang dilakukan apabila keranjang penuh.
3. Berhentikan sub pekerjaan berdasarkan tingkat rinciannya (*stopping rule*). *Stopping rule* adalah aturan untuk membatasi sejauh mana pekerjaan harus diuraikan menjadi sub pekerjaan dan operasi
4. Lanjutkan proses penguraian tugas dan kelompokkan beberapa sub pekerjaan (jika terlalu detail) ke level yang lebih tinggi dari sub pekerjaan.

## 3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian pada penelitian ini menunjukkan prosedur yang dilakukan oleh penulis selama melakukan penelitian ini. Penelitian ini telah dilaksanakan di PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM) Plant Tambun dari tanggal 3 Januari 2017 hingga 3 Februari 2017. Penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi masalah. Pada tahapan ini, penulis melakukan identifikasi masalah yang ada pada PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR Plant Tambun dengan melakukan observasi dan berdasarkan data kecelakaan kerja dan data defect produk. Setelah mengidentifikasi permasalahan, penulis kemudian menetapkan tujuan penelitian. Tujuan penelitian yaitu melakukan *Human Reliability Assessment* di PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR Plant Tambun di bagian *assembling sub assy instrumen panel type YR9* dengan *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) dan dapat memberikan usulan perbaikan. Setelah menetapkan tujuan, penulis melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Pengumpulan data diperlukan penulis untuk mengumpulkan informasi-informasi guna mendukung tercapainya tujuan penelitian. Penulis dalam memperoleh data dengan beberapa cara, yaitu antara lain:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan operator perakitan instrumen panel dan kepala seksi perakitan tersebut. Wawancara bertujuan untuk memperoleh informasi berupa langkah-langkah proses

perakitan, kegagalan dan kejadian yang pernah terjadi, kesulitan yang dihadapi operator, dan faktor-faktor yang dapat memicu kegagalan tersebut.

2. Observasi Langsung

Penulis melakukan observasi secara langsung pada proses perakitan di waktu dan tempat yang sama. Selain itu, penulis melakukan dokumentasi proses perakitan tersebut untuk mengidentifikasi jika terjadi kegagalan yang terjadi.

3. Data Perusahaan

Indomobil Suzuki Operation Standard, Lembar Instruksi Kerja, dan Lembar Kerja Operator adalah data yang digunakan penulis untuk memperoleh analisis lebih dalam. Data tersebut digunakan salah satunya untuk menganalisis setiap *task* dan menyusunnya kedalam *Hierarchical Task Analysis*.

Dari data yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan *Human Error Assessment and Reduction Technique*. Berikut adalah langkah-langkah menggunakan metode HEART (Iridiastadi, 2014):

1. Langkah I : Menentukan tipe task dari kemungkinan error yang terjadi (HEP) yang diperoleh dari tabel HEART Generic Categories.
2. Langkah II : Menentukan Error Producing Conditions, EPCs yang diperoleh dari tabel Error Producing Conditions.
3. Langkah III : Menentukan Proportion of Effect yang bernilai antara 0 s.d. 1 pada tabel *assessed Proportion of Effect*.
4. Langkah IV : Menghitung *Assessed Effect* dan *Human Error Probability*

Setelah mendapat nilai HEP, penulis memberikan rekomendasi perbaikan terhadap *task* yang memiliki nilai keandalan terkecil.

#### 4. ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Perhitungan Probabilitas Terjadinya *Human Error* dengan Metode HEART.

- I. Menentukan tipe task dari kemungkinan error yang terjadi (HEP) yang diperoleh dari tabel HEART Generic Categories.

Hasil pengelempokkan menunjukkan bahwa terdapat 11 *task* yang masuk kedalam *Task Type* (E), 9 *task type* (D), dan 9 *task type* (C).

- II. Menentukan Error Producing Conditions, EPCs yang diperoleh dari tabel Error Producing Conditions.

*Error Producing Conditions* dipilih sesuai dengan tabel dan kemudian didapatkan *multiplier* dari setiap EPC yang akan digunakan untuk perhitungan HEP.

- III. Menentukan Proportion of Effect yang bernilai antara 0 s.d. 1 pada tabel *assessed Proportion of Effect*.

Penentuan *Assessed Proportion* diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan operator yang bersangkutan dan kepala seksi perakitan tersebut.

- IV. Menghitung *Assessed Effect* dan *Human Error Probability*.

Hasil perhitungan *Human Error Probability* menunjukkan bahwa nilai *error* yang paling tertinggi yaitu terbesar pertama pada *task* 3.2 Memasang *Screw* Instrumen Panel dengan nilai sebesar 0,505774 dan terbesar kedua yaitu pada *task* 1. Memasang Lembar Komponen dengan nilai Error 0,31212.

Hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode HEART dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan HEP**

Task	GTT Unreliability	Multiplier	Assesed Effect	HEP
1 Memasang Lembar Komponen	0,09	8	1,7	0,31212
		6	2	
		1,2	1,02	
2.1 Memasang harness ip	0,02	5	1,8	0,04032
		1,6	1,12	
3.1 Memasang instrument panel	0,02	1,6	1,12	0,0224
3.1 Memasang instrument panel	0,02	1,6	1,12	0,0224

Task	GTT Unreliability	Multiplier	Assesed Effect	HEP
4 Memasang garnish center	0,09	5,5	1,9	0,19152
		1,6	1,12	
5 Memasang garnish left	0,09	5,5	1,9	0,19152
		1,6	1,12	
6.1 Memasang Control AC unit	0,09	1,6	1,12	0,1008
6.2 Menyambungkan socket	0,02	11	3	0,1512
		5	1,8	
		3	1,4	
7.1 Memasang tunner assy	0,09	1,6	1,12	0,1008
7.2 Memasang screw tunner assy	0,16	5	1,8	0,50577
		3	1,4	
		1,6	1,12	
		1,6	1,12	
7.3 Memasang antena	0,02	1,6	1,12	0,0224
7.4 Menyambung Socket	0,02	5	1,8	0,0504
		3	1,4	
8.1 Menyambung socket	0,02	5	1,8	0,0504
		3	1,4	
8.2 Memasang speedometer	0,02	1,6	1,12	0,0224
8.3 Memasang screw speedometer	0,16	5	1,8	0,50577
		3	1,4	
		1,6	1,12	
		1,6	1,12	
9 Memasang tray	0,09	1,6	1,12	0,1008
10.1 Memasang duct vent	0,09	1,6	1,12	0,1008
10.2 Memasang screw tengah dan samping	0,16	1,6	1,12	0,1792
11 Memasang silincer top	0,09	1,6	1,12	0,1008
12.1 Memasang steering column	0,02	1,6	1,12	0,00336
12.2 Memasang bolt dan nut steering column	0,16	1,6	1,12	0,1792
12.2 Memasang bolt dan nut steering column	0,16	1,6	1,12	0,1792
12.3 Mengencangkan bolt dan nut dengan impack	0,16	5	1,8	0,30528
		1,6	1,06	
12.4 Mengencangkan bolt dan nut dengan Torque 11.0~17.0 Nm	0,16	5	1,8	0,30528
		1,6	1,06	
13.1 Memasang clamp harness	0,02	1,6	1,12	0,0224
13.2 Menyambung socket	0,02	5	1,8	0,0504

controller		3	1,4	
14.1 Memasang cover upper dan lower	0,02	1,6	1,12	0,0224
14.2 Memasang screw upper dan lower	0,16	3	1,4	0,224
15 Memasang garnish kanan	0,02	1,6	1,12	0,0224
16 Memasang panel, instrument cluster	0,09	1,6	1,12	0,00224

Setelah memperoleh nilai HEP seperti pada tabel 1, maka langkah selanjutnya adalah memberikan rekomendasi perbaikan terhadap prioritas *task* yang memiliki *error* terbesar. Berikut adalah rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan terhadap kedua *task* tersebut.

a. Penggantian Alat Impact

Berikut adalah gambar *impact* yang digunakan saat ini oleh operator



**Gambar 2. Screw Impact**

Gambar 2. menunjukkan *screw impact* yang digunakan operator saat melakukan perakitan yaitu memasang baut pada instrumen panel. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu dengan mengganti *screw impact* dengan tambahan lampu pada impact seperti pada gambar disebelah kanan, penggunaan lampu dapat membantu operator untuk mencari lubang dan mengambil *screw* ketika terjatuh sehingga operator tidak perlu mencari dengan sulit.

b. Pemasangan display

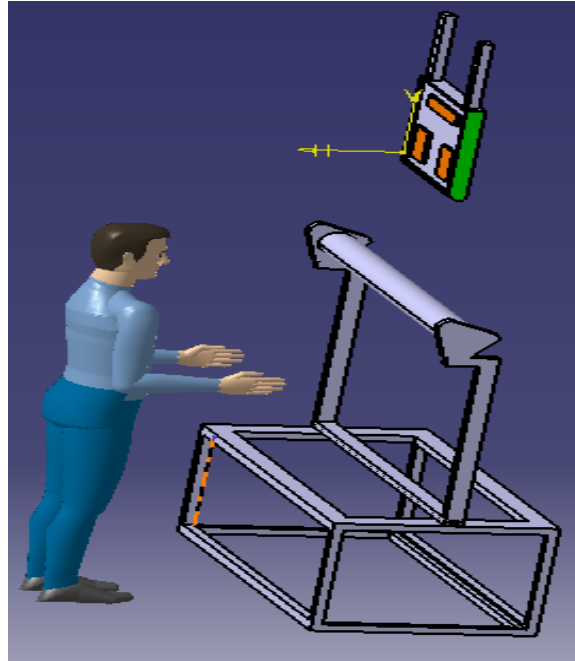
Berikut adalah kondisi saat ini yaitu saat operator memahami urutan tipe instrumen panel yang akan dirakit.



**Gambar 3. Task 1 Memasang Lembar Urutan Komponen**

Gambar 3. menunjukkan saat operator sedang memahami urutan proses pemasangan komponen sesuai tipe yang bervariasi yang akan dirakit. Berikut adalah rekomendasi perbaikan.





**Gambar 4. Pemasangan Display diatas Jig**

Gambar 4. Menunjukkan rencana implementasi pemasangan display. Pemasangan display tersebut sangat berguna bagi operator sehingga tidak perlu lagi melakukan pemasangan urutan lembar informasi secara manual dan memahaminya. Operator dapat memahami urutan komponen yang harus dipasang sesuai tipe yang akan muncul pada display secara otomatis.

c. Mendesain ulang jig dengan tinggi yang adjustable

Berikut adalah kondisi operator saat melakukan pemasangan screw yang berulang-ulang.



**Gambar 5. Posisi Operator Saat Memasang Screw**

Menurut Sanders dan McCormick (1993), desain dari peralatan, prosedur dan lingkungan dapat mempengaruhi performansi seseorang. Serta dilihat pada kondisi saat ini, maka perlu dilakukan perancangan ulang pada jig yaitu dengan *adjustable height* yaitu tinggi dari jig dapat diatur ketinggiannya sehingga dapat memudahkan operator untuk menjangkau komponen dengan mudah. Serta dapat meminimasi postur membungkuk yang berulang.

## 5. KESIMPULAN

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *task* memasang *screw* pada *tunner assy* dan memasang *screw* pada *speedometer* memiliki nilai HEP paling tinggi yaitu 0,5057 dan selanjutnya *task* memasang lembar komponen mendapat urutan kedua yaitu dengan nilai HEP sebesar 0,31212. Berdasarkan kedua jenis kesalahan tersebut memberikan rekomendasi perbaikan terhadap kedua *task* yaitu: memasang *screw* dan memasang lembar komponen. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan terhadap *task* memasang *screw*, yaitu: mengganti alat *screw impact* yang lama dengan *screw impact* yang baru dengan fasilitas berupa lampu pada alat tersebut dan melakukan *redesign* terhadap jig yaitu jig yang digunakan dapat diatur ketinggiannya sehingga operator tidak perlu memasang *screw* dengan menjangkau tempat yang sulit. Selanjutnya rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan terhadap memasang lembar komponen yaitu dengan memasang *display* sehingga operator tidak perlu memasang lembar komponen dan memahami serta mengingat urutan komponen yang harus dirakit dan hanya dapat mengetahui urutan komponen dengan melihat pada *display*.

## PUSTAKA

- Bell, Julie & Holroyd, Justin. (2009). Review of Human Reliability Assesment Methods. Health and Safe Laboratory.
- Harti, Yuni. (2012). Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pada Proses Produksi Frame Floor Rear RH di Line 1200 Ton Section Pressing PT Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun II Bekasi. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah
- Iridiastadi, Yassierli. (2014). Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Kirwan, Barry. (1995). The Validation of Three Human Reliability Quantification Techniques- THERP, HEART, and JHEDI
- Peters, G. A. & Peters, B. J. (2006). Human Error Causes and Control. Florida: CRC PRESS
- Sanders, Mark S., & Cormick, Ernest J. (1993). Human Factors in Engineering and Design 7th Edition. Mc Graw Hill.
- Shepherd, A. (2001). Hierarchical Task Analysis. London: Taylor & Francis

## PERENCANAAN RAW MATERIAL PADA KOMPONEN WINGLET PESAWAT CN235 DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING

**Halida Dyandra<sup>1</sup>, Wiwik Budiawan<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: <sup>1</sup>halida.dyandra8@gmail.com

### ABSTRAK

*PT. Dirgantara Indonesia adalah perusahaan pemerintah yang bergerak di bidang industri pesawat terbang. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran produksi adalah ketersediaan material. Di PT. DI sendiri memiliki departemen perencanaan material, pada departemen ini data yang dimiliki hanya pergerakan material tidak ada data rinci mengenai penggunaan material terhadap setiap komponen sehingga tidak jarang terjadi stock out yang menyebabkan terhambatnya proses produksi. Hal tersebut menunjukkan perlunya ada perencanaan material. Pada jurnal ini peneliti meneliti sample kasus dengan membuat perencanaan material untuk komponen winglet pesawat CN235, yaitu Z-19.101, Z-19.904, Z-19.905, dan Z-14.510 untuk tahun 2017 untuk meningkatkan efisiensi dalam pemesanan material. Penelitian ini mengambil data berupa material yang digunakan, permintaan Winglet tahun 2017, jumlah penggunaan material untuk komponen winglet, dan biaya-biaya material. Dari data tersebut kemudian dibuat BOM dan setelah itu dilakukan perencanaan material menggunakan konsep MRP. Setiap material pun dihitung besar safety stocknya. Hasil pengolahan data di analisis dan didapat bahwa metode terbaik untuk material Z-19.101 dan Z-19.904 adalah metode FPR 3, material Z-19.905 adalah metode FPR 4, dan material Z-14.510 tidak perlu melakukan pemesanan.*

**Kata Kunci:** *Material Requirement Planning; pemesanan material; pesawat CN235*

### 1. PENDAHULUAN

Industri di Indonesia kini sudah berkembang pesat seiring dengan berkembangnya teknologi dan informasi juga yang semakin pesat. Hal ini menyebabkan persaingan antar industri di Indonesia semakin ketat. Salah satu upaya agar industri tetap bisa bertahan adalah dengan mengelola dan mengatur sumber daya perusahaan secara baik. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan nilai efektivitas dan efisiensi dengan tetap memberikan kepuasan pada pelanggan.

PT Dirgantara Indonesia (PTDI) Bandung merupakan industri pesawat terbang satu-satunya di wilayah Asia Tenggara. Perusahaan ini dimiliki oleh Pemerintah Indonesia. PTDI memproduksi berbagai jenis produksi sesuai dengan kontrak pesanan. Beberapa pesawat yang pasti diproduksi PTDI setiap tahunnya adalah NC212, CN235, dan helikopter. Selain itu PTDI juga menjadi sub-kontraktor untuk industri-industri pesawat terbang di dunia terutama untuk komponen sayap.

Pembuatan 1 pesawat tidaklah mudah karena melibatkan banyak hal salah satunya yang paling penting adalah material. Bagian dari perusahaan yang mengatur tentang material ini adalah departemen perencanaan material. Pada departemen ini bertugas untuk mengatur perencanaan material dari waktu kapan pemesanan, jumlah yang dipesan, hingga kapan material tersebut siap digunakan. PT. Dirgantara Indonesia sudah menerapkan komputerisasi untuk memudahkan mengintegrasikan informasi mengenai material. Saat ini departemen perencanaan material sudah menggunakan SAP (*System Application and Product in data processing*) sehingga memudahkan untuk mengontrol ketersediaan material. Pemesanan material dilakukan berdasarkan permintaan untuk setiap periodenya.

Pada departemen perencanaan material hanya memiliki data berupa pergerakan material saja tidak ada data rinci mengenai penggunaan material untuk per komponen. Misal untuk pergerakan material Z-19.101 pada bulan Januari 2016 ini sangat fluktuatif material paling banyak keluar pada tanggal 20 Januari sebanyak 17.700.000 mm<sup>2</sup> dan paling sedikit keluar hanya sebesar 120.000 mm<sup>2</sup> pada tanggal 28 Januari dan pada tanggal-tanggal lain keluarnya material ini tidak berpola sehingga sulit jika akan dilakukan perencanaan untuk periode berikutnya terlebih tidak adanya data rinci penggunaan material untuk tiap komponen pesawat. Departemen ini dalam pemesanan material tidak dapat melakukan perencanaan terlebih dahulu mereka langsung memesan sesuai dengan *drawing* yang diberikan. Saat

memesan mereka akan melebihi jumlah pesannya dengan perkiraan mereka dengan pemesanan dilakukan biasanya setiap 6 bulan sekali.

Untuk mengidentifikasi waktu pemesanan yang sebaiknya dilakukan pemesanan dan berapa jumlahnya serta menemukan cara yang paling optimum dalam pemesanan material dilihat dari biayanya maka sebaiknya dilakukan perencanaan material. Perencanaan material dapat dilakukan menggunakan *tools* MRP (*Material Requirement Planning*). MRP adalah suatu teknik yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian item barang (komponen) yang tergantung (*dependent*) pada item ditingkat (level) yang lebih tinggi.

Pada penelitian ini diambil *sampling* kasus untuk perencanaan material komponen *winglet* pesawat CN235, yaitu Z-19.101, Z-19.904, Z-19.905, dan Z-14.510 untuk kebutuhan pada tahun 2017.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Perencanaan dan Pengendalian Bahan Baku

Perencanaan dan pengendalian bahan baku adalah aktivitas untuk merencanakan pengadaan dan penggunaan bahan baku untuk mengendalikan persediaan sehingga sasaran yang telah ditetapkan dapat dicapai.

Tujuan dilakukannya perencanaan dan pengendalian bahan baku adalah:

- Menjaga agar proses produksi tetap lancar.
- Melindungi persediaan terhadap pemborosan, kerusakan, dan risiko-risiko lain.
- Meminimasi biaya persediaan.

Dalam mengendalikan persediaan bahan baku, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor tersebut terdiri atas harga bahan baku, perkeriaan pemakaian, biaya persediaan, pemakaian bahan baku aktual, *leadtime*, dan kebijakan pembelanjaan.

Persyaratan-persyaratan yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelian bahan baku tersebut adalah sebagai berikut:

- The Right Quantity* (Jumlah yang Tepat)
- The Right Quality* (Mutu yang Tepat)
- The Right Time* (Waktu yang Tepat)
- The Right Price* (Harga yang Tepat)
- The Right Sources* (Sumber yang Tepat)

### B. System Application and Product in data processing (SAP)

SAP adalah suatu software yang dikembangkan untuk mendukung suatu organisasi dalam menjalankan kegiatan operasionalnya secara lebih efisien dan efektif. Perubahan yang dilakukan pada satu modul secara otomatis akan mengupdate modul yang lainnya bila informasi yang dirubah berkaitan dengan modul tersebut. Data akan terupdate secara langsung begitu user menginput data ke dalam sistem. Hal ini yang dikenal dengan istilah "*real-time processing*". Integrasi secara sistem bisa terjadi dengan syarat bahwa seluruh perusahaan harus menggunakan satu sumber data yang sama, baik untuk data customer, data product maupun data vendor. Transparansi data, semua user yang mempunyai akses ke sistem akan dapat melihat semua informasi yang paling *up-to-date* setiap saat diperlukan walaupun informasi tersebut di-input oleh user lainpun.

### C. Material Requirement Planning (MRP)

MRP adalah suatu konsep dalam manajemen produksi yang membahas cara tepat dalam perencanaan kebutuhan barang dalam proses produksi, sehingga barang yang dibutuhkan dapat tersedia sesuai dengan yang dirancanakan. Tujuan dari MRP sendiri adalah meminimalkan persediaan, mengurangi risiko karena keterlambatan produksi atau pengiriman, komitmen yang realistis, dan meningkatkan efisiensi.

Langkah ketika MRP adalah sebagai berikut:

- Netting*, perhitungan kebutuhan bersih
- Lotting*, penentuan besarnya pesanan berdasarkan teknik *lotting*
- Offsetting*, penentuan waktu pemesanan dengan pertimbangan *leadtime*
- Explosion*, proses perhitungan kebutuhan untuk komponen selanjutnya.

Pada langkah *lotting* untuk menentukan penetapan ukuran lot terdapat beberapa metode diantaranya adalah *lot for lot*, *fixed order quantity*, *fixed period requirement*, *economic order quantity*, dan *part period balancing*.

- Metode LFL adalah metode paling sederhana dengan menyediakan persediaan sesuai dengan yang dibutuhkan.

- Metode FOQ dilakukan dengan besar pemesanan yang sudah ditetapkan.
- Metode FPR adalah metode yang melakukan pemesanan secara periodik sesuai besarnya kebutuhan selama periode tersebut.
- Metode EOQ adalah metode yang berdasarkan asumsi bahwa persediaan bersifat kontinyu dengan meminimalkan biaya. Untuk menentukan EOQ menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2.S.D}{H}} \quad (1)$$

- Metode PBB adalah metode yang berusaha menyeimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan menggunakan EPP. Untuk menentukan EPP menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EPP = \frac{\text{Biaya sekali pesan}}{\text{Biaya simpan/periode permintaan}} \quad (2)$$

#### D. Safety Stock

*Safety stock* digunakan untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan karena terjadinya *stock out*. Perusahaan dapat melakukan perhitungan untuk menentukan *safety stock* sebagai berikut:

$$SS = \sigma.Z \quad (3)$$

Dengan:

SS: *Safety stock*

$\sigma$  : standar deviasi

Z : *Service level*

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan material dilaksanakan pada Departemen Perencanaan Material perusahaan PT. Dirgantara Indonesia untuk material *raw material* komponen *winglet* pesawat CN235. Penelitian ini berlangsung dari bulan Januari sampai Februari 2017.

Metode pengambilan data yang dilakukan ialah dengan menggunakan data primer, yakni melakukan pengambilan data secara langsung dengan mewawancarai seorang ahli, staff Departemen Perencanaan Material dan staff Departemen PPIC di perusahaan mengenai penggunaan material yang diteliti. Selain itu peneliti juga menggunakan data sekunder berupa laporan pergerakan material. Data yang didapat berupa material yang digunakan, permintaan *winglet* tahun 2017, jumlah penggunaan material untuk komponen *winglet*, dan biaya-biaya material. Dari data tersebut kemudian diolah mulai dari membuat BOM, menentukan *safety stock*, hingga perencanaan material menggunakan teknik MRP. Dari setiap metode pun dihitung total biaya untuk menentukan metode terbaik dari masing-masing material. Hasil dari pengolahan data kemudian dianalisis hingga akhirnya didapat kesimpulan dan peneliti dapat memberi saran.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum memulai perencanaan material terlebih dahulu dibuat *Bill of Material* (BOM) untuk mengetahui ada berapa level dan material dari setiap level. Berikut adalah BOM untuk pembuatan pesawat CN235, disini diperlihatkan BOM untuk *winglet*:



Gambar 1. Bill of Material Pesawat CN235

Langkah selanjutnya setiap material ditentukan terlebih dahulu *safety stock* dengan perhitungan. Perhitungan untuk menentukan *safety stock* adalah sebagai berikut:

- **Z-19.101**  
 $SS = Z. \sigma$   
 $= (1,65) (13.761.088)$   
 $= 22.705.795 \text{ mm}^2$
- **Z-19.904**  
 $SS = Z. \sigma$   
 $= (1,65) (3.225.840,4)$   
 $= 5.322.637 \text{ mm}^2$
- **Z-19.905**  
 $SS = Z. \sigma$   
 $= (1,65) (3.439.096,2)$   
 $= 5.674.509 \text{ mm}^2$
- **Z-14.510**  
 $SS = Z. \sigma$   
 $= (1,65) (1.389.578,62)$   
 $= 2.292.804,73 \text{ mm}^2$

Setelah perhitungann *safety stock* kemudian dilanjutkan dengan perencanaan material menggunakan teknik MRP. Dengan melihat pada BOM maka dibuat terlebih dahulu MRP untuk level 0 yang diketahui bahwa permintaan pesawat tahun 2017 ada 5 pesawat. Pembuatan pesawat di mulai bulan April sampai Agustus 2017 dengan setiap bulan mulai membuat hanya 1 pesawat. Berikut adalah MRP level 0:

Tabel 1. MRP level 0 LFL

LS	SS	LT	Periode	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul-17	Agt-17	Sep-17	Okt-17	Nov-17	Des-17
LFL		0	GR	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
			SR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POH=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			NR	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
			POP	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
			POR	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Hasil MRP di level 0 kemudian dijadikan acuan untuk MRP level 1, yaitu *aileron*, *elevator*, dan *rudder*. Berikut adalah MRP level 1:

- *Aileron*

Tabel 2. MRP level 1 aileron LFL

LS	SS	LT	Periode	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul-17	Agt-17	Sep-17	Okt-17	Nov-17	Des-17
LFL		3	GR	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0
			SR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POH=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			NR	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0
			POP	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0
			POR	2	2	2	2	2	0	0	0	0			

Setiap satu pesawat memerlukan 2 *aileron*. Untuk *leadtime* dari *aileron* adalah 3 bulan sehingga kebutuhan *aileron* pada bulan April sampai Agustus 2017 sudah mulai dibuat dari bulan Januari sampai Maret 2017.

- *Elevator*

Tabel 3. MRP level 1 elevator LFL

LS	SS	LT	Periode	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul-17	Agt-17	Sep-17	Okt-17	Nov-17	Des-17
LFL		3	GR	0	0	0	2	2	3	2	2	0	0	0	0
			SR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POH=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			NR	0	0	0	2	2	3	2	2	0	0	0	0
			POP	0	0	0	2	2	3	2	2	0	0	0	0
			POR	2	2	3	2	2	0	0	0	0			

Setiap satu pesawat memerlukan 2 *elevator*. Untuk *leadtime* dari *elevator* adalah 3 bulan sehingga kebutuhan *elevator* pada bulan April sampai Agustus 2017 sudah mulai dibuat dari bulan Januari sampai Maret 2017.

- *Rudder*

Tabel 4. MRP level 1 *rudder* LFL

LS	SS	LT	Periode	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul-17	Agt-17	Sep-17	Okt-17	Nov-17	Des-17
LFL		2	GR	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
			SR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POH=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			NR	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
			POP	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
			POR	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0		

Setiap satu pesawat memerlukan 1 *rudder*. Untuk *leadtime* dari *rudder* adalah 2 bulan sehingga kebutuhan *rudder* pada bulan April sampai Agustus 2017 sudah mulai dibuat dari bulan Februari sampai Juni 2017.

Pada level 2 dilakuakn kembali MRP untuk material Z-19.101, Z-19.904, Z-19.905, dan Z-14.510. Berikut adalah MRP pada level 2 untuk material Z-19.101 dengan metode FPR 3:

Tabel 5. MRP level 2 Z-19.101 FPR 3

LS	L	T	Peri	ode	Jul-16	Agt-16	Sep-16	Okt-16	Nov-16	Des-16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul-17	Agt-17	Sep-17	Okt-17	Nov-17	Des-17
FPR =3		6	GR								25176 000	26078 800	27866 800	26078 800	26078 800	90280 0	0	0	0			
			SR								0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			POH=0								76651 395	50572 595	22705 795	48784 795	22705 795	21802 995						
			NR								25176 000	26078 800	27866 800	26078 800	26078 800	90280 0						
			POP								10182 7395			74863 395								
			POR		10182 7395	0	0	74863 395	0	0												

Metode ini menentukan jumlah pemesanan dengan cara menjumlahkan permintaan setiap 3 periode. Hasil dari metode FPR 3 adalah pemesanan terjadi sebanyak 2 kali, yaitu bulan Juli 2016 dan bulan Oktober 2016. Banyaknya pesanan pada bulan Juli adalah 101.827.395 mm<sup>2</sup> dan pada bulan Oktober adalah 74.863.395 mm<sup>2</sup>.

Berikut adalah MRP pada level 2 untuk material Z-19.101 dengan metode FPR 4:

Tabel 6. MRP level 2 Z-19.101 FPR 4

LS	L	T	Peri	ode	Jul-16	Agt-16	Sep-16	Okt-16	Nov-16	Des-16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul-17	Agt-17	Sep-17	Okt-17	Nov-17	Des-17
FPR =4		6	GR								25176 000	26078 800	27866 800	26078 800	26078 800	90280 0	0	0	0	0		
			SR								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			POH=0								10273 0195	76651 395	48784 595	22705 795	22705 795	21802 995						
			NR								25176 000	26078 800	27866 800	26078 800	26078 800	90280 0						
			POP								12790 6195				48784 595							
			POR		12790 6195	0	0	0	48784 595	0												

Metode ini menentukan jumlah pemesanan dengan cara menjumlahkan permintaan setiap 4 periode. Hasil dari metode FPR 4 adalah pemesanan terjadi sebanyak 2 kali, yaitu bulan Juli 2016 dan bulan November 2016. Banyaknya pesanan pada bulan Juli adalah 127.906.195 mm<sup>2</sup> dan pada bulan Oktober adalah 48.784.595 mm<sup>2</sup>.

Berikut adalah MRP pada level 2 untuk material Z-19.101 dengan metode FPR 6:

**Tabel 7. MRP level 2 Z-19.101 FPR 6**

LS	L T	Perio de	Jul-16	Agst- 16	Sep- 16	Okt- 16	Nov- 16	Des- 16	Jan-17	Feb-17	Mar- 17	Apr- 17	Mei- 17	Jun-17	Jul- 17	Agst- 17	Sep- 17	Okt- 17	Nov- 17	Des- 17
FPR = 6	6	GR							251760 00	260788 00	278668 800	260788 800	260788 800	902800 0	0	0	0	0		
		SR							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		POH =0							129711 795	103632 995	75766 195	49687 395	23608 595	22705 795						
		NR							251760 00	260788 00	278668 800	260788 800	260788 800	902800 0						
		POP							154887 795											
		POR	154887 795	0	0	0	0	0												

Metode ini menentukan jumlah pemesanan dengan cara menjumlahkan permintaan setiap 6 periode. Hasil dari metode FPR 6 adalah pemesanan terjadi hanya sekali pemesanan, yaitu pada bulan Juli 2016. Banyaknya umlah pessenan adalah 154.887.795 mm<sup>2</sup>.

Berikut adalah MRP pada level 2 untuk material Z-19.101 dengan metode EOQ:

**Tabel 8. MRP level 2 Z-19.101 EOQ**

LS	L T	Perio de	Jul-16	Agst- 16	Sep-16	Okt-16	Nov-16	Des- 16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17	Jul- 17	Agst- 17	Sep- 17	Okt- 17	Nov- 17	Des- 17
21187 146	6	GR							251760 00	260788 00	278668 00	260788 00	260788 00	902800 0	0	0	0	0		
		SR							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		POH 0							383854 38	334937 84	268141 30	431096 22	382179 68	373151 68						
		NR							251760 00	(123066 38)	(56269 84)	(73533 0)	(170308 22)	(373151 68)						
		POP							635614 38	211871 46	211871 46	423742 92	211871 46							
		POR	635614 38	211871 46	211871 46	423742 92	211871 46	0												

$$\begin{aligned}
 EOQ &= \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot D}{H}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 (226,9912) \left( \frac{132182000}{12} \right)}{0,00001114}} \\
 &= 21187146
 \end{aligned}$$

Pada metode EOQ pertama-tama dihitung terlebih dahulu nilai EOQ. Nilai EOQ didapat sebesar 21.187.146 maka dari itu setiap pemesanan menggunakan nilai kelipatan dari EOQ tersebut. Hasil dari metode EOQ adalah pemesanan terjadi sebanyak 5 kali, yaitu bulan Juli, Agustus, September, Oktober, dan November 2016. Banyak jumlah yang dipesan pada bulan Juli adalah 63.561.438 mm<sup>2</sup>, bulan Agustus dan September sebanyak 21.187.146 mm<sup>2</sup>, lalu bulan Oktober sebanyak 42.374.292 mm<sup>2</sup>, dan bulan November sebanyak 21.187.146 mm<sup>2</sup>.

Berikut adalah MRP pada level 2 untuk material Z-19.101 dengan metode FOQ:



**Tabel 9. MRP level 2 Z-19.101 FOQ**

LS	L T	Perio de	Jul-16	Agt-16	Sep-16	Okt-16	Nov- 16	Des- 16	Jan-17	Feb-17	Mar- 17	Apr-17	Mei- 17	Jun-17	Jul- 17	Agt- 17	Sep- 17	Okt- 17	Nov- 17	Des- 17
3600 000	6	GR							25176 000	26078 800	27866 800	26078 800	26078 800	902800	0	0	0	0		
		SR							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		POH =0							25224 000	24345 200	25278 400	24399 600	23520 800	262180 00						
		NR							25176 000	85480 0	35216 00	80040 0	16792 00	226180 00						
		POP							50400 000	25200 000	28800 000	25200 000	25200 000	360000 0						
		POR	50400 000	25200 000	28800 000	25200 000	25200 000	3600 000												

Pada metode FOQ jumlah kelipatan pemesanan disesuaikan dengan MOQ yang sudah disepakati perusahaan, yaitu 3.600.000 mm<sup>2</sup>. Hasil dari metode FOQ adalah pemesanan terjadi sebanyak 6 kali, yaitu bulan Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember 2016. Banyak jumlah yang dipesan pada bulan Juli adalah 50.400.000 mm<sup>2</sup>, bulan Agustus sebanyak 25.200.000 mm<sup>2</sup>, lalu bulan September sebanyak 28.800.000 mm<sup>2</sup>, kemudian bulan Oktober dan November sebanyak 25.200.000 mm<sup>2</sup>, dan bulan Desember sebanyak 3.600.000 mm<sup>2</sup>.

Berikut adalah MRP pada level 2 untuk material Z-19.101 dengan metode PBB:

**Tabel 10. MRP level 2 Z-19.101 PBB**

LS	L T	Perio de	Jul-16	Agt- 16	Sep- 16	Okt- 16	Nov- 16	Des- 16	Jan-17	Feb-17	Mar- 17	Apr-17	Mei- 17	Jun-17	Jul- 17	Agt- 17	Sep- 17	Okt- 17	Nov- 17	Des- 17
122268 350	6	GR							251760 00	260788 00	278668 800	260788 800	260788 800	902800	0	0	0	0		
		SR							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		POH =0							128808 995	102730 195	74863 395	48784 595	22705 795	22705 795						
		NR							251760 00	260788 00	278668 800	260788 800	260788 800	902800	0					
		POP							153984 995	0	0	0	0	0						
		POR	153984 995	0	0	0	0	902800												

$$\begin{aligned}
 EPP &= \frac{\text{Biaya sekali pesan}}{\text{Biaya simpan}/6} \\
 &= \frac{226,9912}{0,000011139/6} \\
 &= 122268350
 \end{aligned}$$

Pada metode PBB sebelumnya telah didapat nilai EPP sebesar 122.268.350. Kemudian dijumlahkan permintaan setiap berapa periode dan dilihat penjumlahan berapa periode yang paling mendekati nilai EPP. Untuk material ini didapat ketika penjumlahan 5 periode maka dari itu jumlah pesanan sebanyak penjumlahan setiap 5 periode. Hasil dari metode ini adalah pemesanan sebanyak 2 kali, yaitu bulan Juli dan Desember 2016. Pada bulan Juli banyaknya jumlah pemesanan adalah 153.984.995 mm<sup>2</sup> dan bulan Desember sebanyak 902.800 mm<sup>2</sup>.

Pada material Z-19.904 dan Z-19.905 penggunaan ukuran lot sama seperti dengan material Z-19.101 yang sudah dijelaskan sebelumnya. Perbedaan untuk perhitungannya ada pada metode EOQ, nilai EOQ untuk material Z-19.904 adalah 4.967.218 mm<sup>2</sup> dan untuk material Z-19.905 adalah 5.899.000 mm<sup>2</sup>. Selain itu MOQ yang digunakan untuk metode FOQ kedua material ini pun berbeda. MOQ material Z-19.904 adalah 3.000.000 mm<sup>2</sup> dan untuk material Z-19.905 adalah 7.200.000 mm<sup>2</sup>. Terakhir perbedaan hitungan untuk material-material tersebut pada nilai EPP untuk metode PBB. EPP pada material Z-19.904 adalah 28.663.900 mm<sup>2</sup> dan EPP material Z-19.905 adalah 35.394.000 mm<sup>2</sup>. Selain itu untuk material Z-14.510 tidak dilakukan pemesanan material karena persediaan material yang masih banyak, yaitu 118.154.487 mm<sup>2</sup> sedangkan permintaan untuk tahun 2017 total hanya 22.244.000 mm<sup>2</sup>.

Setelah ketiga material dilakukan perencanaan material menggunakan MRP, dibuat rekap tabel MRP untuk melihat waktu pemesanan dan jumlah material setiap pemesanannya. Berikut adalah tabel rekap MRP:

Tabel 11. Rekap MRP

Metode	Material	Jul-16	Agt-16	Sep-16	Okt-16	Nov-16	Des-16
FPR 3	Z-19.101	101827395,2	0	0	74863395	0	0
	Z-19.904	23717836,6	0	0	17717837	0	0
	Z-19.905	25136108,76	0	0	19832109	0	0
	Z-14.510	0	0	0	0	0	0
FPR 4	Z-19.101	127906195,2	0	0	0	48784595	0
	Z-19.904	29915436,6	0	0	0	11520237	0
	Z-19.905	32214908,76	0	0	0	12753309	0
	Z-14.510	0	0	0	0	0	0
FPR 6	Z-19.101	154887795	0	0	0	0	0
	Z-19.904	36711384	0	0	0	0	0
	Z-19.905	41068508,76	0	0	0	0	0
	Z-14.510	0	0	0	0	0	0
EOQ	Z-19.101	63561438	21187146	21187146	42374292	21187146	0
	Z-19.904	14901654	4967218	4967218	4967218	9934436	0
	Z-19.905	11798000	11798000	5899000	5899000	5899000	0
	Z-14.510	0	0	0	0	0	0
FOQ	Z-19.101	50400000	25200000	28800000	25200000	25200000	0
	Z-19.904	12000000	6000000	6000000	6000000	9000000	0
	Z-19.905	14400000	7200000	7200000	7200000	7200000	0
	Z-14.510	0	0	0	0	0	0
PBB	Z-19.101	153984995	0	0	0	0	902800
	Z-19.904	36113037	0	0	0	0	197600
	Z-19.905	39293709	0	0	0	0	1774800
	Z-14.510	0	0	0	0	0	0

Setiap metode *lotting* dari setiap material kemudian dihitung total biayanya untuk mengetahui metode terbaik dari setiap metode. Perhitungan total biaya dengan cara menjumlahkan perkalian biaya beli dengan total rencana pemesanan, kemudian perkalian biaya sekali pesan dengan frekuensi pemesanan, dan perkalian biaya simpan dengan total material *on hand* atau penulisan matematisnya sebagai berikut:

$$TC = (BB \times \sum \text{POR}) + (BSP \times \text{frekuensi}) + (BS \times \sum \text{OH}) \quad (4)$$

Berikut adalah data biaya beli untuk setiap material:

Tabel 12. Biaya Beli

No.	Spesifikasi	Nama Material	Harga	Kurs	Satuan
1	Z-19.101	Glass Prepreg	0,000055695	USD	mm <sup>2</sup>
2	Z-19.904	Kevlar Prepreg	0,00006276	USD	mm <sup>2</sup>
3	Z-19.905	Kevlar Prepreg	0,00007815	USD	mm <sup>2</sup>
4	Z-14.510	Tedlar (abu-abu)	0,00001725	USD	mm <sup>2</sup>

Berikut adalah data biaya sekali pesan untuk setiap material:

Tabel 13. Biaya Sekali Pesan

No.	Spesifikasi	Nama Material	Harga	Kurs	Satuan
1	Z-19.101	Glass Prepreg	226,9912	USD	mm <sup>2</sup>
No.	Spesifikasi	Nama Material	Harga	Kurs	Satuan
2	Z-19.904	Kevlar Prepreg	59,9649	USD	mm <sup>2</sup>
3	Z-19.905	Kevlar Prepreg	92,20137	USD	mm <sup>2</sup>

No.	Spesifikasi	Nama Material	Harga	Kurs	Satuan
4	Z-14.510	Tedlar (abu-abu)	11,83103	USD	mm <sup>2</sup>

Berikut adalah data biaya simpan untuk setiap material:

**Tabel 14. Biaya Simpan**

No.	Spesifikasi	Nama Material	Harga	Kurs	Satuan
1	Z-19.101	Glass Prepreg	0,00001114	USD	mm <sup>2</sup>
2	Z-19.904	Kevlar Prepreg	0,000012552	USD	mm <sup>2</sup>
3	Z-19.905	Kevlar Prepreg	0,00001563	USD	mm <sup>2</sup>
4	Z-14.510	Tedlar (abu-abu)	0,00000345	USD	mm <sup>2</sup>

Setiap metode pada masing-masing material dihitung total biayanya menggunakan rumus di atas dan didapat hasilnya sebagai berikut:

**Tabel 12. Rekap Biaya**

Biaya	FPR= 3	FPR= 4	FPR= 6	EOQ	FOQ	PBB
Z-19.101	\$ 13.004,04	\$ 13.585,02	\$ 13.366,02	\$ 13.248,93	\$ 11.628,92	\$ 13.542,73
Z-19.904	\$ 3.429,98	\$ 3.585,56	\$ 3.884,84	\$ 3.442,01	\$ 3.304,25	\$ 2.398,785
Z-19.905	\$ 4.645,65	\$ 4.512,16	\$ 4.990,29	\$ 4.468,66	\$ 4.777,58	\$ 3.393,907
Z-14.510	\$ 2.563,5067	\$ 2.563,5067	\$ 2.563,5067	\$ 2.563,5067	\$ 2.563,5067	\$ 2.563,5067

Total biaya yang dihasilkan setiap metodenya berbeda-beda. Pada material Z-19.101 total biaya terbesar dihasilkan metode FPR 4 sebesar \$ 13.585,02 dan paling minimumnya dihasilkan metode FOQ sebesar \$ 11.628,92. Pada material Z-19.904 total biaya terbesar dihasilkan metode FPR 6 sebesar \$ 3.884,84 dan biaya minimumnya dari metode PBB sebesar \$ 2.398,785. Pada material Z-19.905 biaya yang dihasilkan paling besar, dihasilkan oleh metode FPR 6 sebesar \$ 4.990,29 dan biaya paling minimum dihasilkan metode PBB sebesar \$ 3.393,907. Sedangkan untuk material Z-14.510 karena tidak melakukan pemesanan sehingga biaya yang timbul hanyalah biaya simpan dan total untu biaya material ini adalah \$ 2.563,5067.

Pemilihan metode terbaik setiap material dilihat dari total biaya yang paling minimum. Sehingga metode terbaik untuk material Z-19.101 adalah FOQ tetapi metode ini tidak dapat diterapkan karena kebijakan perusahaan yang tidak memungkinkan untuk melakukan pemesanan setiap bulannya. Dilihat dari biaya paling minimum kedua adalah metode FPR 3 sebesar \$ 13.004,04 dan metode ini tidak bertentangan dengan kebijakan perusahaan. Pada material Z-19.904 metode terbaiknya adalah PBB tetapi metode ini juga tidak dapat diterapkan karena kebijakan perusahaan yang jumlah pemesanan genap dalam satu tahun dengan minimal 2 bulan. Kemudian dilihat biaya paling minimum kedua, yaitu metode FOQ dengan biaya sebesar \$ 3.304,25. Oleh karena itu, dipilih metode dengan total biaya minimum ketiga adalah metode FPR 3 dengan total biaya \$ 3.429,98 dan metode ini tidak bertentangan dengan kebijakan perusahaan. Sama halnya untuk material Z-19.905 walaupun biaya paling minimum dihasilkan metode PBB, metode ini tidak dapat diterapkan karena tidak sesuai dengan kebijakan perusahaan sehingga dipilih metode dengan biaya paling minimum kedua adalah FPR 4 sebesar \$4.512,16.

## 5. KESIMPULAN

Pada material Z-19.101 dan Z-19.905 pemesanan dilakukan sebanyak 2 kali di bulan Juli 2016 pemesanan dilakukan untuk memenuhi permintaan di bulan Januari, Februari, dan Maret 2017, lalu pemesanan kedua dilakukan di bulan Oktober 2016 untuk memenuhi permintaan di bulan April, Mei, dan Juni 2017. Kedua material ini karena memiliki metode terbaik yang sama sehingga waktu pemesanannya pun sama. Sedangkan material Z-19.905 melakukan pemesanan sebanyak 2 kali, yaitu

pada bulan Juli 2016 dan November 2016. Waktu pemesanan hampir sama dengan kedua material lainnya hanya saja berbeda pada pemesanan kedua. Waktu pemesanan ditentukan dengan melihat *leadtime*, yaitu 6 bulan.

Material Z-19.101 menentukan jumlah pemesanan di setiap pemesanannya dengan cara menjumlahkan permintaan setiap 3 bulan. Sehingga didapat pemesanan pertama untuk material ini sebesar 101.827.395 mm<sup>2</sup> dan pemesanan kedua didapat sebesar 74.863.395 mm<sup>2</sup>, material ini memiliki *safety stock* sebesar 22.705.795 mm<sup>2</sup> karena permintaan yang berubah-ubah. Selanjutnya, material Z-19.904 ukuran yang dipesan untuk setiap pemesanannya menggunakan *lot size* dengan menjumlahkan permintaan setiap 3 bulan. Sehingga didapat pemesanan pertama sebesar 23.717.837 mm<sup>2</sup> dan pemesanan kedua sebesar 17.717.837 mm<sup>2</sup>, material ini memiliki *safety stock* sebesar 5.322.637 mm<sup>2</sup> karena permintaan yang berubah-ubah. Pada material Z-19.905 berbedaseperti kedua material yang lain, yaitu dengan menjumlahkan permintaan setiap 4 bulan. Pada pemesanan pertama material Z-19.905 sebesar 32.214.909 mm<sup>2</sup> pada bulan Juli 2016 dan 14.157.600 mm<sup>2</sup> pada bulan November 2016, material ini memiliki *safety stock* sebesar 5.674.509 mm<sup>2</sup> karena permintaan yang berubah-ubah. Terakhir material Z-14.510 tidak melakukan pemesanan sehingga tidak ada jumlah pemesanan.

Setelah dihitung pada masing-masing metode untuk setiap material memiliki total biaya minimum yang berbeda-beda. Pada material Z-19.101 biaya paling minimum dihasilkan metode FOQ sebesar \$ 11.628,92 tetapi dikarenakan metode tersebut tidak dapat diterapkan sehingga material ini menggunakan metode dengan total biaya terminimum kedua, yaitu FPR 3 sebesar \$ 13.004,04. Pada material Z-19.904 metode terbaik dengan biaya paling minimum adalah PBB dengan biaya sebesar \$ 2.398,785, lalu metode dengan biaya paling minimum kedua adalah metode FOQ dengan biaya sebesar \$ 3.304,25 tetapi metode kesatu dan kedua tidak dapat diterapkan sehingga material ini menggunakan metode dengan biaya paling minimum ketiga, yaitu FPR 3 dengan biaya sebesar \$ 3.429,98. Selanjutnya material Z-19.905 memiliki metode yang menghasilkan biaya paling minimum, yaitu PBB dengan total biaya sebesar \$ 3.393,907 tetapi metode ini tidak dapat diterapkan sehingga material ini menggunakan metode yang menghasilkan total biaya minimum kedua, yaitu FPR 4 dengan total biaya \$ 4.645,65. Terakhir material Z-14.510 material ini tidak melakukan pembelian sehingga pada material ini hanya terdapat biaya simpan, yaitu sebesar \$ 2.563,5067.

## PUSTAKA

- Arnold, Tony, Stephen Chapman, Llyod Clive. (2008). *Introduction to Materials Management*. New Jersey: Pearson Education, Inc
- Bhagwat, M. Mahesh, Harshad Ukarde, Aniket S, Chindarkar, Hrishikesh Gangan. (2014). *Effectiveness of MPC System in Industry*. Rajendra Mane College of Engineering and Tecnology.
- Costantin, Alin. (2016). *Inventory Management, Service Level, and Safety Stock*, hlm 151.
- Gallego, Guillermo. (2016). *Material Requirement Planning*. Columbia University.
- Hartini, Sri. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung : CV.Lubuk Agung.
- Kho, Budi. *Pengertian MRP dan Tujuan Penerapannya*. (2016). <http://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-mrp-material-requirement-planning-tujuan-penerapannya/>
- Kumar, Anil, N. Suresh. (2009). *Operations Management*. New Delhi: New Age International (P) Limited
- Moustakis, Vassilis. (2000). *Material Requirement Planning*. Technical University of Crete.
- Poerwanto, Hendra. *Material Requirement Planning (MRP)*. (2014). <https://sites.google.com/site/operasiproduksi/perencanaan-kebutuhan-bahan>
- Roshan, Ravi. (2011). *A New Framework for Safeti Stock Management*, hlm 8
- Spearman, L. Mark. (2000). *Material Requirement Planning (MRP)*. <http://factory-physics.com>
- Stead, A. Robert. (1990). *A Comparison of Inventory Safety Stock Calculation Methods for The Air Force Comissary Service*. Faculty of the School of Systems and Logistics of the Air Force Institute of Technology Air University.
- Team Operasi dan Teknologi Informasi PT. DI. (2015). *Sosialisasi Konsep SAP dan Operasi & Keuangan*. Bandung: PT. Dirgantara Indonesia

## PENYUSUNAN PRIORITAS PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI PADA UNIVERSITAS DIPONEGORO: RENCANA PENELITIAN

**Mohammad Kafie Muttaqin<sup>1</sup>, Singgih Saptadi<sup>2</sup>, Sriyanto<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*

*Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275*

*Telp. (024) 7460052*

*Email: <sup>1</sup>kafiem17@gmail.com*

### ABSTRAK

*Sistem informasi dan teknologi informasi memiliki berbagai macam manfaat bagi kebutuhan manusia, tak terkecuali pada organisasi. Berbagai macam organisasi dari berbagai sektor seperti industri, pemasaran, pemerintahan sangat bergantung dengan sistem informasi. Universitas Diponegoro merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Indonesia. Penggunaan sistem informasi pada Universitas Diponegoro sudah dilakukan pada berbagai aspek seperti keuangan, mahasiswa, kepegawaian, dan alumni. Penggunaan sistem informasi di Undip masih dilakukan sebagai support dan belum mempertimbangkan perencanaan strategis sistem informasi. Sistem informasi di Universitas harus dilakukan secara terintegrasi dalam upaya menunjang visi Undip sebagai Universitas riset pada tahun 2020. Berdasarkan hasil wawancara, pengembangan sistem informasi di Undip masih memiliki berbagai kendala. Pembangunan SI di Undip masih dilakukan secara bottom-up dan belum terintegrasi secara menyeluruh, lalu adanya organisasi tata kelola yang masih mengalami berbagai macam penyesuaian karena masih baru. Dalam upaya pengembangan sistem informasi, Universitas Diponegoro memiliki berbagai keterbatasan dalam aspek sumberdaya dan waktu. Hal ini tidak memungkinkan bagi Undip untuk melakukan pengembangan sistem informasi secara menyeluruh, sehingga dibutuhkan prioritas pengembangan sistem informasi mana yang akan didahulukan dalam menunjang visi Undip. Pengembangan sistem informasi yang ada perlu mempertimbangkan kebijakan sourcing. Penentuan model sourcing sistem informasi akan menentukan perencanaan investasi pada organisasi.*

**Kata kunci:** *Perencanaan strategis; prioritas sistem informasi; sistem informasi; sourcing sistem informasi; teknologi informasi*

### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan sistem informasi memiliki beberapa keunggulan bagi organisasi. Dalam hal bisnis, sistem informasi dapat membantu organisasi dalam meningkatkan efisiensi kerja. Tidak hanya dalam bisnis, perguruan tinggi bahkan telah menggunakan sistem informasi dalam menunjang berbagai kegiatan. Informasi yang dibagikan bagi seluruh komponen sangat berpengaruh bagi aktivitas setiap bidang di sebuah perguruan tinggi. Menurut Sullivan (1996), Teknologi komputer menciptakan kesempatan untuk sebuah kampus membagikan informasi kepada para staff dan mahasiswa dan telah berkembang sejak tahun 1950-an (Semiawan & Middleton, 1999). Sistem informasi pada perguruan tinggi dapat berupa sistem perpustakaan, registrasi, keuangan, dan berbagai sistem lainnya.

Universitas Diponegoro (Undip) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Indonesia. Berdiri sejak tahun 1959, Undip telah memiliki sebelas fakultas, sekolah pascasarjana dan sekolah vokasi. Dalam melaksanakan kegiatannya, Universitas Diponegoro telah menggunakan sistem informasi namun belum secara menyeluruh. Sistem informasi yang telah diterapkan antara lain pada bidang keuangan, akademik, aset, akuntansi, penelitian, kepegawaian, dan alumni.

Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa Undip belum memiliki perencanaan strategis dalam sistem informasi. Perencanaan strategis merupakan identifikasi portofolio aplikasi sistem informasi berbasis komputer yang akan mendukung organisasi dalam pelaksanaan rencana bisnis dan merealisasikan tujuan bisnisnya (Ward & Peppard, 2002). Perencanaan SI dapat berfungsi sebagai manajemen sistem informasi dan manajemen pendukung sistem dikarenakan perencanaan strategis SI dapat secara langsung berkaitan dengan lini bisnis organisasi. Perencanaan SI yang baik dapat mengantarkan organisasi kepada kesuksesan dan tetap unggul dalam lingkungan yang kompetitif. Kesadaran dan komitmen dari *Top Management* menjadi

penting dalam proses perencanaan strategis SI sehingga dapat mencapai kesuksesan organisasi (Al-Aboud, 2011).

Berdasarkan Studi pendahuluan yang telah dilakukan, didapatkan berbagai kendala dalam pembangunan SI di Undip. SI di Undip masih dilakukan sendiri - sendiri oleh unit – unit kerja, seperti fakultas dan program studi. Hal ini menunjukkan bahwa belum adanya SI yang terintegrasi dan terpusat setingkat Universitas. Hal tersebut terjadi karena tidak adanya kebijakan awal dalam melakukan pengembangan SI. Kendala yang ada saat ini menghambat *top management* dalam mengakses informasi yang tersedia.

Perencanaan sistem informasi yang ada di Undip dilakukan oleh Direktorat Data dan Informasi. Kendala yang dimiliki oleh Direktorat Data dan Informasi Undip adalah barunya terbentuk sehingga *blue print* perencanaan SI Undip masih dalam proses pembuatan. Perencanaan sistem informasi ini berpengaruh terhadap bagian operasional, Bapersi, sehingga dalam pembangunan sistem informasi di Undip tidak memiliki acuan perencanaan yang jelas dalam jangka waktu tertentu.

Bapersi baru memiliki Organisasi Tata Kelola (OTK), sebelumnya antar unit kerja memiliki tugas yang hampir sama sehingga dibuat OTK yang baru. Hal tersebut membuat Bapersi membutuhkan berbagai penyesuaian seperti koordinasi baru, dan pembagian tugas baru. Kendala lain yang dihadapi antara lain fasilitas yang belum mendukung secara keseluruhan sehingga dibutuhkan perbaikan infrastruktur seperti *hardware, server, dan cabling*.

Berdasarkan pengamatan peneliti pada studi pendahuluan, perencanaan SI di Undip belum optimal dan diperlukan perencanaan strategis untuk Undip sehingga dapat mewujudkan perguruan tinggi dengan kualitas yang lebih baik dan mewujudkan visinya. Pengembangan sistem informasi tersebut memiliki keterbatasan dalam beberapa aspek. Aspek sumberdaya memiliki keterbatasan berupa OTK yang belum terintegrasi dengan baik dan koordinasi yang masih terbatas. Hal tersebut membatasi kapasitas dalam pengembangan sistem informasi. Hal lain yang menjadi kendala adalah aspek fasilitas yang belum mendukung sepenuhnya, membuat kapasitas pengembangan sistem informasi masih sangat terbatas.

Dengan keterbatasan tersebut, tidak memungkinkan bagi Undip untuk melakukan pengembangan sistem informasi secara bersamaan terhadap seluruh kebutuhan. Perencanaan strategis sistem informasi perlu dibuat sebuah prioritas untuk mengetahui mana sistem informasi yang akan didahulukan untuk menunjang visi undip. Selain itu, prioritas dapat memberi gambaran bagi pelaksana mengenai sistem informasi yang harus didahulukan pengembangan dan pembuatannya. Oleh karena itu, peneliti memfokuskan penelitian dalam menentukan prioritas pengembangan sistem informasi di Undip. Prioritas ini dilakukan untuk mengetahui sistem informasi mana yang didahulukan berdasarkan kebutuhan strategi yang ingin dicapai oleh Undip kedepannya.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, dibutuhkan perencanaan strategis SI di Universitas Diponegoro. Keterbatasan dalam sumberdaya dan fasilitas tidak memungkinkan Undip untuk melakukan pengembangan sistem informasi secara bersamaan terhadap seluruh kebutuhan. Paper ini akan memaparkan bagian awal dari penelitian penyusunan prioritas pengembangan sistem informasi pada Universitas Diponegoro serta menentukan kebijakan *sourcing* pada setiap sistem informasi.

## 2. KAJIAN LITERATUR

### 2.1 Perencanaan Strategis Sistem Informasi

Perencanaan strategis SI Perencanaan strategis SI/TI merupakan proses identifikasi portofolio aplikasi SI berbasis komputer yang akan mendukung organisasi dalam pelaksanaan rencana bisnis dan merealisasikan tujuan bisnisnya. Perencanaan strategis SI/TI mempelajari pengaruh SI/TI terhadap kinerja bisnis dan kontribusi bagi organisasi dalam memilih langkah-langkah strategis. Selain itu, perencanaan strategis SI/TI juga menjelaskan berbagai tools, teknik, dan kerangka kerja bagi manajemen untuk menyelaraskan strategi SI/TI dengan strategi bisnis, bahkan mencari kesempatan baru melalui penerapan teknologi yang inovatif (Ward & Peppard, 2002).

### 2.2 Penyusunan Prioritas Sistem Informasi

Penyusunan prioritas pada pengembangan SI seringkali memerlukan analisis proposal pengembangan SI untuk mengidentifikasi proses bisnis yang akan mana berpengaruh, dan tujuan spesifik dari pengembangan SI. Analisis *Cost Benefit* dibutuhkan untuk mengetahui detail biaya, risiko, keuntungan dan sumberdaya untuk pengembangan tersebut. Prioritas pada sistem informasi ini memerlukan keputusan dari berbagai faktor dan alternatif.

Proses pengambilan keputusan diantara berbagai alternatif proyek yang akan dilakukan selalu menjadi penting bagi organisasi. Bila pengambilan keputusan antara berbagai proyek yang akan dikerjakan menjadi masalah di masa lampau, salah satu manifestasi untuk mengatasi hal ini adalah melakukan pendekatan yang seimbang. Pendekatan yang ditinjau dari aspek *non- financial* dapat dilakukan untuk mengimbangi pengukuran hanya dari segi finansial (Dutta,2003).

Penggunaan *multi criteria decision making (MCDM)* dapat digunakan sebagai *tools* untuk mengidentifikasi berbagai macam alternatif, atribut – atribut apa saja yang berpengaruh, dan membantu memudahkan pengambilan keputusan yang diselesaikan dengan model matematis. Pada penelitian ini metode yang akan digunakan adalah *simple multi attribute rating technique (SMART)*.

### 2.3 Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)

*SMART* merupakan bagian dari *MCDM* yang digunakan karena dapat mendukung pembuat keputusan merespon kebutuhan dan menganalisa respon secara sederhana. Analisa yang terlibat adalah transparan sehingga metode ini memberikan pemahaman masalah yang tinggi dan dapat diterima oleh pembuat keputusan.

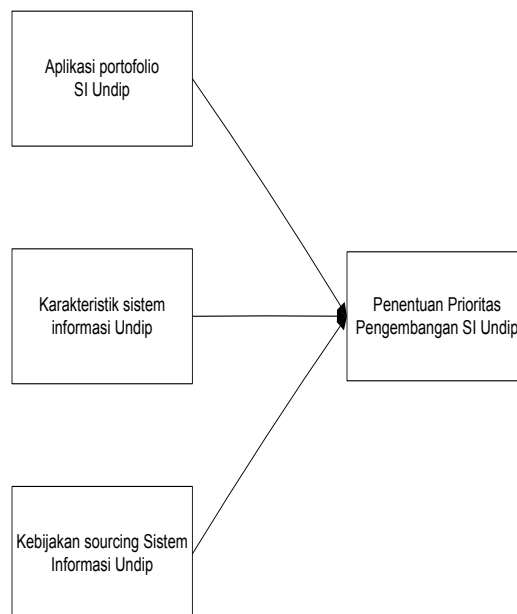
### 2.4 Strategi Sourcing Sistem Informasi

Strategi *Sourcing* sistem informasi adalah pen dele gasian seluruh atau se b agian sumber daya yang mencakup sumberdaya teknis, sumberdaya manusia, dan kemampuan manajemen yang terkait dengan penyediaan layanan teknologi informasi kepada vendor eksternal. Pada awalnya, sebuah organisasi akan dihadapkan kepada dua pilihan yang berbeda yaitu untuk membuat sendiri atau membeli.

Namun, pada praktiknya pengembangan sistem informasi menjadi lebih luas dari sekedar hanya membuat atau membeli. Untuk kategorisasi strategi *sourcing* sistem informasi dapat dikelompokkan dalam strategi dengan produk internal, kendali, strategi dengan keterlibatan pihak eksternal (Muhic & Johansson, 2011).

## 3. METODE PENELITIAN

Paper ini memaparkan metode yang akan digunakan peneliti dalam penyelesaian masalah pada penyusunan prioritas Sistem Informasi pada Universitas Diponegoro. Berikut ini merupakan model konseptual pada penelitian ini :



Gambar 1. Model Konseptual

### 3.1 Teknik Pengumpulan data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini merupakan portofolio sistem informasi yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian (arianie, 2017). Portofolio ini berisi berbagai macam sistem informasi yang ada di Undip berdasarkan aktivitas 2016 – 2017. Sistem informasi yang terdapat pada portofolio ini akan digunakan peneliti yang nantinya akan disusun prioritasnya.

Selain mengumpulkan data berdasarkan portofolio, data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain mengidentifikasi kriteria untuk menjadi landasan memprioritaskan sistem informasi. Data penelitian ini merupakan data primer yang didapatkan secara langsung melalui pengamatan, wawancara dengan pihak yang berwenang dalam SI Undip, serta pengisian kuesioner oleh pihak – pihak yang terkait.

Teknik pengumpulan data dilakukan kuisoner. Pada penelitian ini akan digunakan dua tahap kuesioner, tahap pertama berupa penilaian tingkat kepentingan terhadap setiap kriteria. Penilaian diberikan menggunakan skala likert 1-5 (sangat kecil – sangat besar). Kuesioner ini membutuhkan penilaian dari *expertise* yang memiliki pengaruh dalam memprioritaskan sistem informasi. Kuesioner ini akan diberikan kepada enam orang narasumber yang terdiri dari pihak DDSI dan Bapersi. Narasumber tersebut antara lain:

**Tabel 2. Koresponden Pengumpulan Data**

No	Pihak	Jabatan
1	Direktorat data dan sistem informasi	Direktur
2		Wakil direktur
3	Biro Administrasi Perencanaan dan Sistem Informasi	Kepala bagian sistem informasi
4		Kepala Sub bagian Data dan aplikasi
5		Kepala Sub infrastruktur jaringan teknologi informasi
6		Kepala Sub bagian Layanan informasi

### 3.2 Penentuan Atribut

Atribut yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah sebelas. Atribut – atribut tersebut digunakan mengacu kepada penelitian (Dutta, 2003), berikut ini penjabaran atribut – atribut tersebut :

1. Manfaat : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya manfaat dan kegunaan yang dihasilkan dari sistem informasi yang akan dibuat atau dikembangkan.
2. Biaya : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan oleh Universitas untuk membuat sistem informasi.
3. Risiko : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui risiko yang akan ditimbulkan dari pengembangan sebuah sistem informasi.
4. Kepentingan Strategis : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya mempertimbangkan tujuan strategis universitas dalam pembuatan sistem informasi
5. Horizon waktu : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya sistem informasi digunakan dalam kegiatan di universitas.
6. Sumber daya : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui sumber daya yang tersedia dalam pembangunan sistem informasi.
7. Kebijakan Universitas : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya pengaruhnya kebijakan dan peraturan pada universitas terhadap pembangunan sistem informasi.
8. Ketertarikan pribadi : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya ketertarikan pelaku SI dalam pengembangan masing – masing sistem informasi
9. Tekanan politik dari *stakeholders* : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya pengaruh birokrasi kepada pihak pelaksana dalam pembuatan sistem informasi



10. Perubahan dalam pasar IT : Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya pengaruh tren teknologi informasi yang berada di luar universitas.
11. Perubahan ekspektasi masyarakat: Atribut ini bertujuan untuk mengetahui pentingnya respon masyarakat kampus dan dari pembuatan sistem informasi universitas bila telah dibuat.

### 3.3 Teknik Pengolahan Data

Data diolah menggunakan pendekatan *Simple multi-attribute rating technique* (SMART) dan kemudian dihasilkan ranking untuk setiap alternatif sistem informasi.

Berikut ini dijabarkan langkah – langkah dalam menyelesaikan metode SMART:

1. Mengidentifikasi pembuat keputusan (*stakeholders*)  
Tahapan awal dalam melakukan metode ini adalah mengidentifikasi siapa yang akan melakukan pemberian nilai. Hal ini penting agar nilai pada kriteria dapat sesuai dengan kepentingan kriteria tersebut terhadap alternatif. *Stakeholders* pada bagian ini adalah perencana SI di Undip yaitu DDSI, dan pelaksana operasional yaitu pihak Bapersi.
2. Mengidentifikasi atribut – atribut yang digunakan dalam membuat keputusan  
Atribut - atribut yang digunakan mengacu pada penelitian Dutta (2003).
3. Mengidentifikasi alternatif – alternatif yang akan di evaluasi  
Tahapan ini dilakukan juga proses pengumpulan data. Dengan pengumpulan data melalui portofolio aplikasi, akan dilihat berbagai alternatif SI.
4. Mengidentifikasi batasan kriteria yang relevan untuk penilaian alternatif.  
Atribut yang akan digunakan kemudian akan disesuaikan dengan narasumber apakah dapat digunakan seluruhnya atau tidak.
5. Melakukan peringkat terhadap kedudukan kepentingan kriteria  
Dalam tahap ini dilakukan langkah awal perhitungan dengan memasukan nilai yang didapat dari kuisioner. Langkah ini berupa awal perhitungan untuk menilai tingkat kepentingan dari setiap atribut.
6. Memberi bobot pada setiap kriteria  
Atribut yang telah dinilai kepentingannya akan dibobotkan sehingga menghasilkan nilai bobot dari setiap atribut.
7. Menghitung normalisasi bobot kriteria  
Melakukan normalisasi bobot yang didapatkan dari perhitungan langkah sebelumnya. Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kepentingan akhir dari setiap atribut.
8. Mengembangkan single-attribute utilities  
Menentukan nilai setiap sistem informasi berdasarkan setiap kriteria yang ada. Menghitung penilaian/utilitas terhadap setiap alternatif Perhitungan dilakukan menggunakan SMART Menghitung nilai akhir pendekatan SMART yang akan digunakan dalam menentukan prioritas sistem informasi.
9. Memutuskan  
Hasil yang digunakan dalam proses pemilihan alternatif diperoleh dari langkah 9 dengan melihat utilitas terbesar.

### 3.4 Landasan Penentuan Kebijakan *sourcing*

Dalam merekomendasikan kebijakan *sourcing* sistem informasi, peneliti akan berfokus kepada aspek *strategic value* dan *presence of appropriate resources*. Untuk menentukan kebijakan *sourcing* pada SI Undip peneliti akan melakukan wawancara kepada pihak Bapersi. Mengacu pada penelitian (Muhic & Johansson, 2011), dua pertanyaan utama yang mengarahkan keputusan *sourcing* adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besarkah nilai strategis yang dimiliki sumberdaya pada organisasi dalam pengembangan sistem informasi? (Tinggi/rendah)
2. Bagaimana tingkat kinerja sumberdaya dalam pengembangan sistem informasi ? (Tinggi/rendah)

### 3.5 Hasil dan Pembahasan

Seiring berjalannya waktu, pembuat keputusan sistem informasi memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi dalam pembuatan SI berkaitan dengan alternatif, tujuan dan lingkungan disekitarnya (dutta,2003). Alternatif pembuatan SI selalu bertambah seiring dengan meningkatnya kebutuhan organisasi. Banyak pihak yang terlibat dalam membuat SI, sehingga tujuan dari pembuatan SI tersebut menjadi ambigu, tidak terdefiniskan dengan baik, dan sulit diukur (dutta,2003).

Penentuan prioritas Sistem Informasi yang akan dibangun akan dilakukan dengan mempertimbangkan hasil dari pengolahan data menggunakan metode SMART. Sistem Informasi yang mendapatkan ranking tertinggi akan didahulukan untuk dapat dibangun. Berdasarkan ranking tersebut kita dapat melihat prioritas dari setiap sistem informasi yang menjadi alternatif.

## 4. KESIMPULAN

Perencanaan strategis SI dibutuhkan untuk sebuah organisasi dalam menunjang keberlangsungan organisasi. Perencanaan strategis sistem informasi Universitas Diponegoro yang saat ini sedang berlangsung tidak memungkinkan menenjalankan keseluruhan sistem informasi dikarenakan beberapa kendala dalam berbagai aspek. Aspek – aspek tersebut antara lain waktu dan sumberdaya yang ada saat ini.

Dengan kendala yang dimiliki saat ini, penentuan prioritas sistem informasi mana yang harus dikembangkan tentunya penting untuk ditentukan. Penelitian pada bidang ini dibutuhkan lebih lanjut untuk menentukan karakteristik dari setiap sistem informasi yang akan diprioritaskan. Pengembangan sistem informasi yang ada perlu mempertimbangkan kebijakan *sourcing*. Penentuan model *sourcing* sistem informasi akan menentukan perencanaan investasi pada organisasi.

## PUSTAKA

- Al-Aboud, F. N. (2011). Strategic Information Systems Planning :A Brief Review . *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*.
- Edwards, W., & Barron, F. (1994). SMARTS and SMARTER : Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measuremenet. *Organizational Behavior and Decision Processes*, 306-325.
- Muhic, M., & Johansson, B. (2011). Examining Sourcing Motives in the Financial Sector from the Resource Based View. 10-54.
- R.Dutta, & T.F. Burgess. (2003). Prioritising Information Systems Projects In Higher Education. *Campus-Wide Information system*, 152-158.
- Sekaran, U. (2003). *Research Method For Business*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Semiawa, T., & Middleton, M. (1999). Strategic information planning and campus information systems development in Indonesia. *Campus-Wide Information Systems*, 70 - 76.
- Ward, J., & Peppard, J. (2002). *Strategic Planning for Information Systems*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

## **ANALISIS *BALANCE DELAY* DENGAN PENDEKATAN METODE *MOTION STUDY* PADA LINI *FINAL CHECK AND PACKING* ATAS PRODUKSI BOX SPEAKER PAS 68 (B)**

Lyra Davidesyta<sup>1</sup>, Heru Prastawa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: <sup>1</sup>lyradavy@gmail.com, <sup>2</sup>heru.prastawa@undip.ac.id

### **ABSTRAK**

Keseimbangan lini merupakan hal yang harus dicapai dalam proses produksi. Penyebab ketidakseimbangan lintasan bisa dikarenakan oleh faktor – faktor ergonomi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab *balance delay* yang terjadi pada PT Hartono Istana Teknologi pada produksi box speaker PAS 68(B) pada lini *final check and packing* dengan pendekatan metode *motion study* dan memberikan rekomendasi perbaikan agar mengurangi *balance delay*. *Balance Delay* yang terjadi pada lini *final check and packing* box speaker PAS 68(B) adalah sebesar 22,87%. Dengan demikian output yang dihasilkan hanya 110 set/jam padahal seharusnya output idealnya adalah 143. Apabila *balance delay* berkurang maka lini akan menjadi seimbang dan tidak ada waktu dan dana yang berkurang. Hasil analisis dengan menguraikan operasi kerja ke dalam elemen – elemen *therblig* dan mengidentifikasi *motion mind*nya, didapatkan bahwa ada beberapa operasi kerja yang tidak efektif untuk dilakukan. Elemen *therblig* tidak efektif yang teridentifikasi adalah *hold*, *inspection*, *unavoidable delay*, *avoidable delay* dan *positioning*. Selain itu juga didapatkan beberapa operasi kerja yang melanggar beberapa prinsip *motion mind* yakni *walk free*, *stretch free*, *lift free*, *positioning free*, *twist free* dan *direction free*. Setelah melakukan perbaikan pada beberapa *post balance delay* yang dihasilkan dapat diturunkan sebesar 13,62% menjadi 9,25%.

**Kata Kunci:** *balanced delay*, elemen *therblig*, *motion mind*.

### **1. PENDAHULUAN**

Peningkatan *output* sebuah perusahaan harus didukung dengan adanya keseimbangan lintasan yang baik. Keseimbangan lintasan dapat memperlancar proses produksi sehingga dapat menghindari adanya *bottle neck*. Selain itu, *output* yang dihasilkan akan mencapai target sehingga tidak menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Setiap perusahaan secara rutin akan melakukan *improvement* pada lintasan produksi agar hal – hal yang menyebabkan *waste* dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan. Keefektifan pada lintasan produksi dapat diukur dari *balance delay* yang timbul. *Balance Delay* adalah waktu terbuang yang sebenarnya dialokasikan untuk membuat satu produk pada lintasan tersebut dan dinyatakan dalam presentase dari total waktu yang dialokasikan (Bennett, 2015). *Balance delay* dapat mengakibatkan kerugian dana dan waktu bagi perusahaan.

Penelitian tentang *line balancing* juga telah banyak dilakukan termasuk dengan mempertimbangkan faktor ergonomi. Di sisi lain, perbaikan pada tempat kerja yang ergonomis selalu digambarkan memerlukan biaya besar yang membebani perusahaan. Beberapa studi kasus telah menemukan hubungan yang kuat antara lintasan kerja yang tidak ergonomis dengan kualitas lintasan perakitan. (Eklund, 1995; Erdinc & Yeow, 2011; Ivarsson & Eek, 2016). Sebagai contoh, studi kasus Falck, Örtengren, dan Högberg (2010) dari produsen, bahwa besarnya biaya yang diperlukan untuk mengoreksi kualitas cacat pada lintasan dengan beban ergonomis tinggi, sekitar delapan kali biaya lebih tinggi dibandingkan dengan beban ergonomis menengah dan rendah.

PT Hartono Istana Teknik merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi barang - barang elektronik dengan merk dagang Polytron. Ada beberapa proses produksi yang ada di pabrik Polytron Sidorekso salah satunya adalah produksi *box speaker*. Pada proses produksi *box speaker* terdiri dari beberapa lini yang memiliki tugas berbeda. Lini yang ada di *plant box speaker* adalah lini *monitoring*, *preworking*, *front and rear cabinating*, *speaker box assy* dan *final check and packing*. Setiap lini memiliki jumlah operator dan panjang lini yang berbeda bergantung dari operasi kerja yang dilakukan.

Berdasarkan data yang telah diambil *balance delay* yang terjadi pada lini *final check and packing* adalah 22.87%. Dengan demikian *output* yang dihasilkan hanya 110 set/jam padahal seharusnya *output*

idealnya adalah 143. *Balance Delay* ini diakibatkan karena adanya gerakan yang tidak efektif dan tata letak fasilitas yang kurang baik.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *motion study* dengan *tools* 17 elemen therblig dan *motion mind* untuk meminimasi adanya gerakan ataupun langkah kerja yang menghambat aktivitas operator. Elemen *therblig* merupakan studi gerakan yang dilakukan untuk menganalisa rangkaian gerakan dari suatu pekerjaan dengan lebih efisien. *Motion mind* merupakan *tool* untuk menemukan gerakan – gerakan yang tidak perlu dan membingungkan dari sebuah pekerjaan secara instan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### *Balance Delay*

*The effectiveness of the balance* ditentukan dengan menghitung *balance delay* dari lintasan tersebut. *balance delay* merupakan waktu terbuang yang sebenarnya dialokasikan untuk membuat satu produk pada lintasan tersebut dan dinyatakan dalam presentase dari total waktu yang dialokasikan (Bennett, 2015). Perhitungan *balance delay* dapat dilakukan dengan rumusan sebagai berikut :

$$\frac{(\text{Max.Operation Time} \times \text{Total Operator}) - \text{Total Operation Time}}{(\text{Max.Operation Time} \times \text{Total Operator})} \times 100 \quad (1)$$

### Elemen Therblig

Analisa suatu pekerjaan dapat dengan mudah dilakukan dengan *breakdown* gerakan – gerakan dasar yang membentuk kerja tersebut. Elemen Therblig diuraikan menjadi 17 elemen gerakan dasar. Suatu pekerjaan dapat diuraikan menjadi beberapa elemen gerakan agar analisa dapat dilakukan guna mendapatkan rangkaian gerakan yang lebih efisien (Wignjosoebroto, 2006). Berikut adalah 17 elemen Therblig :

**Tabel 1. Elemen Therbligs**

NO	Therbligs	Lambang Huruf
1	<i>Search</i>	Sh
2	<i>Select</i>	SI
3	<i>Grasp</i>	G
4	<i>Transport empty</i>	TE
5	<i>Transport loaded</i>	TL
6	<i>Hold</i>	H
7	<i>Release load</i>	RL
8	<i>Position</i>	P
9	<i>Pre-position</i>	PP
10	<i>Inspection</i>	I
11	<i>Assemble</i>	A
12	<i>Disassemble</i>	DA
13	<i>Use</i>	U
14	<i>Avoidable delay</i>	UD
15	<i>Unavoidable delay</i>	AD
16	<i>Plan</i>	Pn
17	<i>Rest to overcome fatigue</i>	R

### *Motion Mind*

*Motion mind* merupakan sebuah kemampuan untuk menemukan gerakan – gerakan yang tidak perlu dan membingungkan dari sebuah pekerjaan secara instan. Dengan adanya teori *motion mind* akan memudahkan kita untuk memberikan ide alternatif untuk mengeliminasi gerakan – gerakan yang tidak perlu. *Motion mind* dapat membuat kita mengerti bagaimana harus mengobservasi secara analitis dan bagaimana melihat suatu pekerjaan dari kacamata efisiensi.

Terdapat 10 *observation point* yang harus dianalisa dalam *motion mind* :

- *Walk free*

Identifikasi gerakan berjalan. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengeliminasi gerakan berjalan yang ada pada setiap proses produksi. Tuliskan setiap proses yang terdiri dari

lebih dari 1 langkah untuk memindahkan material atau untuk mengambil komponen yang diperlukan.

- *Stretch free*

Identifikasi jangkauan tangan yang lebih dari 30 cm. Jangkauan tangan sangat mempengaruhi waktu kerja, selain itu operator juga cenderung mudah lelah. Tuliskan setiap operasi kerja yang jangkauan tangannya lebih dari 30 cm.

- *Lift free*

Identifikasi gerakan mengangkat. Gerakan ini melawan hukum gaya gravitasi untuk mengangkat komponen. Hal lain yang serupa adalah membawa barang yang berat.

- *Twist free*

Identifikasi semua gerakan badan yang ada putarbaliknya (*twisting*). Dengan adanya gerakan ini, dapat menyebabkan beban tambahan pada operator.

- *Direction free*

- Identifikasi rotasi atau *reversal* material. Jika ada gerakan rotasi dari material atau barang jadi atau bahkan ada *reversal* material selama proses produksi berlangsung maka harus didata.

- *Cross free*

Identifikasi adanya *crossing hands*. Gerakan ini juga bisa disebut sebagai *X-motion*. Seharusnya tangan kanan menuju ke bagian kanan dan tangan kiri menuju ke bagian kiri.

- *Hassle free*

Identifikasi adanya kekuatan pada *fingertips*. Gerakan seperti menggunakan kekuatan jari atau mengambil barang – barang yang kecil sekali sangat sulit untuk dilihat. Upaya untuk mengerti apa yang dirasakan pekerja sangat dibutuhkan pada observasi ini.

- *Positioning free*

Identifikasi adanya gerakan *positioning*. Sebenarnya terdapat adanya *invisible losses* pada gerakan *positioning*, jika gerakan *positioning* dapat dilakukan secara instan maka pekerjaan akan menjadi baik.

- *Wandering free*

Identifikasi *parts* atau alat yang letaknya selalu berpindah – pindah. *Parts* ataupun peralatan harus diletakkan pada tempat yang tetap agar mudah di ambil. Hal ini dapat mempermudah operator untuk mempelajari bagaimana mereka harus melakukan pekerjaan mereka dengan cepat.

- *Rehearsal free*

Identifikasi adanya gerakan *provisional attachment/placement/removal*. *Provisional* dan persiapan pekerjaan adalah sebuah *waste*.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan survei awal untuk mengetahui permasalahan yang ada pada produksi *box speaker* PT Hartono Istana Teknologi. Pembahasan topik masalah secara rinci kemudian dilakukan untuk menentukan tujuan, langkah dan model penelitian yang dilakukan. Selain observasi, studi literatur dilakukan untuk mencari sumber analisis dan penguatan latar belakang termasuk di dalamnya pemahaman yang lebih mendalam mengenai *balance delay*, elemen *therblig* dan *motion mind*.

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan pengamatan secara langsung. Data – data yang dikumpulkan nantinya akan diolah untuk menentukan *balance delay* dan sebagai alternatif usulan perbaikan bagi perusahaan. Data yang diambil adalah urutan operasi kerja, *operation time*, jumlah operator dan lingkungan kerja dari post *speaker* aktif, *speaker* pasif, *final check* dan *packing*. Pada post *speaker* aktif terdapat 9 operator, post *speaker* pasif terdapat 9 operator, post *final check* terdapat 2 operator dan post *packing* terdapat 4 operator. Pada post *packing* 3, *operation time* tidak ikut dihitung karena pada post ini tidak menggunakan operator melainkan dengan otomasi yakni mesin lakban kardus.

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung *balance delay* dan rata – rata *operation time*. Kemudian melakukan analisa post yang memiliki waktu operasi terlama dari masing – masing post aktif, pasif, *final check* dan *packing* dengan 17 elemen *therblig* dan analisa *motion mind*. Hasil pengolahan data selanjutnya dianalisis untuk menentukan perbaikan pada lini *final check and packing*.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan *Balance Delay*

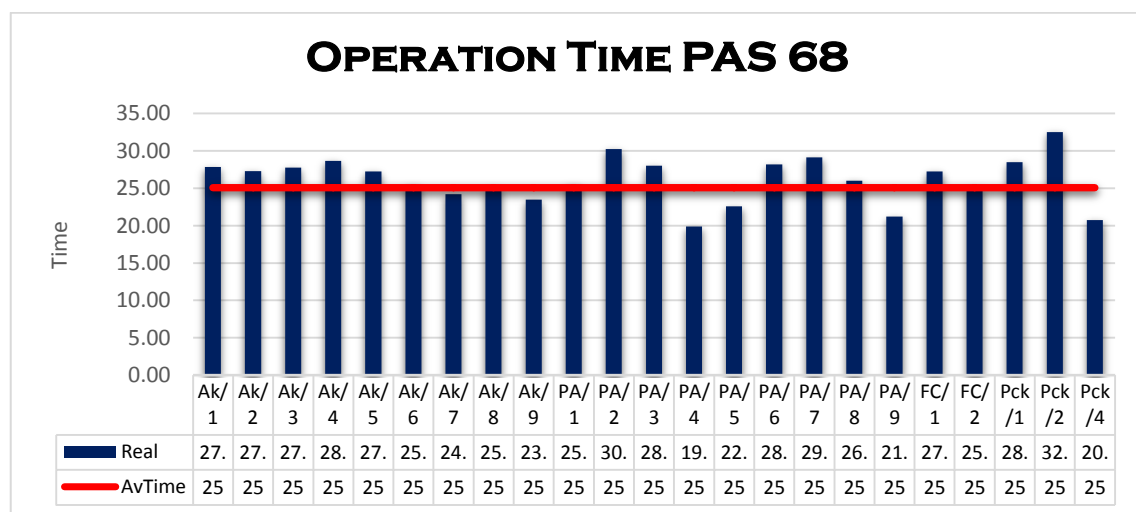
Pada lini *final check and packing Box Speaker* terdapat 24 operator yang terbagi ke dalam 23 post. Post – post tersebut terbagi menjadi 4 yakni post aktif, pasif, *final check*, dan *packing*. Post aktif terdiri dari 9 operator, post aktif terdiri dari 9 operator, post *final check* terdiri dari 2 operator dan post *packing* terdiri 4 operator. Berikut adalah perolehan waktu operasi dari keempat post tersebut :

**Tabel 2. Waktu Operasi Post pada *Final check and Packing Box Speaker***

No	Post	Waktu Operasi
1	Aktif	03:57.11
2	Pasif	03:50.79
3	<i>Final Check</i>	00:52.45
4	<i>Packing</i>	01:28.12
TOTAL		10:02.17

Berdasarkan waktu operasi tersebut, *balance delay* yang terjadi pada lini *Final check and Packing* adalah sebagai berikut :

$$\text{Balance loss} = \frac{(32.53 \times 24) - 602.17}{(32.53 \times 24)} \times 100 = 22.87\%$$



**Gambar 1. Grafik Waktu Operasi *Box Speaker PAS68 (B)***

Dengan melihat grafik tersebut, dari masing – masing post dapat ditentukan post mana yang paling besar waktu operasinya. Waktu operasi yang paling besar pada post aktif adalah Post Aktif/4, pada post pasif adalh Post Pasif/2, pada post *final check* adalah Post *Final Check/1* dan pada post *packing* adalah Post *Packing/2*.

#### **Identifikasi Elemen Therblig dan *Motion Mind* Post Aktif/4**

Post aktif/4 memiliki waktu operasi total 28.69 detik. Berdasarkan elemen therblig, terdapat 1 inefektif elemen yakni *position*. Operator membutuhkan beberapa waktu untuk memposisikan jig screw di atas *box speaker* dan setiap kali menyekrup, operator harus memposisikan *screw* dan *screw driver*. Pemasangan *screw* dan *screw driver* secara manual memiliki probabilitas yang tinggi *screw* tersebut dapat jatuh. Terdapat 3 prinsip *motion mind* yang dilanggar pada post ini yakni prinsip *lift free*, *stretch free*, dan *positioning free*. Mengambil dan memasang 2 penutup SPK melanggar 2 prinsip *motion mind* yakni *stretching* dan *twisting*. Hal ini diakibatkan peletakkan bahan material terlalu jauh dari jangkauan tangan kiri karena material berada di sebelah kanan operator. Setiap kali mengambil material operator harus membengkokkan badannya sedikit untuk menjangkau 2 SPK yang terletak pada 1 kotak material yang sama dan diambil dengan dua tangan sekaligus. Tentunya hal ini tidak ergonomis.

**Tabel 3. Motion Mind Post Aktif/4**

			<input type="checkbox"/> very worried <input type="checkbox"/> worried <input type="checkbox"/> worried a little									
OP	NO	Details of operation procedure	10 Principles of Motion Mind									
			Walk free	Stretch Free	Lift free	Twist free	Direction free	Cross free	Hassle free	Positioning free	Wandering free	Rehearsal free
AK/4	1	Memposisikan jig Screw SPK								<input type="checkbox"/>		
	2	Menyekrup SPK dengan box speaker di 8 titik								<input type="checkbox"/>		
	3	Mengambil & memasang 2 penutup SPK		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>						

Salah satu permasalahan di atas dapat ditangani dengan membagi material ke dalam 2 *box* material yang mengapit operator. Peletakkan *box material* harus di dalam jangkauan tangan operator. Hal ini mengakibatkan operator dapat bergerak nyaman dan cepat karena arah gerakan kedua tangan simetris dan berlawanan arah. Berikut adalah usulan tata letak material penutup SPK.



**Gambar 2 Post Aktif/4:**  
(a) Sebelum dilakukan Perbaikan, (b) Saran Perbaikan

#### Identifikasi Elemen Therblig dan Motion Mind Post Pasif/2

Post Pasif/2 merupakan post yang memiliki perolehan waktu terbesar pada post pasif. Waktu operasi post pasif/2 adalah sebesar 30,26 detik. Elemen therblig inefektif berupa *avoidable delay* yang terdapat pada post ini ada pada operasi kerja memasang antivibasi midrange, memasang kabel dan memasang kabel SPK. Elemen therblig *transport loaded* pada operasi kerja mengambil *box speaker pasif* tidak direkomendasikan untuk dilakukan. Berdasarkan hasil analisis dengan metode 10 *motion mind*, post pasif/2, elemen kerja mengambil *box speaker* pasif melanggar prinsip *walk free*, *lift free*, dan *twist free*. Hal ini tentu saja akan menyebabkan *fatigue*, *low back pain* dan hal – hal lain yang tidak diinginkan lainnya.

**Tabel 4. Motion Mind Post Pasif/2**

			<input type="checkbox"/> very worried <input type="checkbox"/> worried <input type="checkbox"/> worried a little									
OP	NO	Details of operation procedure	10 Principles of Motion Mind									
			Walk free	Stretch Free	Lift free	Twist free	Direction free	Cross free	Hassle free	Positioning free	Wandering free	Rehearsal free
Pa/	1	Mengambil back cover pasif										

2	2	Mengambil box speaker pasif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
	3	Melepas 2 lakban											
OP	NO	Details of operation procedure	10 Principles of Motion Mind										
			Walk free	Stretch Free	Lift free	Twist free	Direction free	Cross free	Hassle free	Positioning free	Wandering free	Rehearsel free	
	5	Memasang kabel											
	6	Melepas 2 lakban											
	7	Mengambil 2 SPK		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>							
	8	Memasang kabel di SPK											
	9	Melepas 2 lakban											

Oleh karena permasalahan yang timbul tersebut, sebaiknya pada post ini diberi tambahan alat dengan prinsip karakuri. Alat ini nantinya dilengkapi dengan roda – roda sehingga operator tidak perlu mengangkat, cukup dengan menarik *box speaker*. Selain itu karakuri juga memiliki kemampuan untuk secara otomatis alas penyangga turun apabila ditambah dengan beban, sebaliknya, alas penyangga akan naik ketika beban dikurangi.



Gambar 3 Karakuri

#### Identifikasi Elemen Therblig dan Motion Mind Post Final Check/1

Pada post final check/1 terdapat banyak inefektif elemen diantaranya *unavoidable delay*, *avoidable delay*, *holding*, dan *inspection*. Operasi kerja yang memiliki elemen therblig inefektif adalah meletakkan buku garansi, menghubungkan kabel power, menghubungkan 3 kabel jek, mengecek suara, mengecek line in dan mengecek input mic. Analisa yang dilakukan dengan *motion mind* menunjukkan bahwa post ini melanggar *motion mind stretch free*. Berikut adalah hasil analisa post final check/1 dengan *motion mind* :

Tabel 5 Motion Mind Post Final Check/1

			<input type="checkbox"/> very worried	<input type="checkbox"/> worried	<input type="checkbox"/> worried a little								
OP	NO	Details of operation procedure	10 Principles of Motion Mind										
			Walk free	Stretch Free	Lift free	Twist free	Direction free	Cross free	Hassle free	Positioning free	Wandering free	Rehearsel free	
Fc/1	1	Meletakkan buku garansi											
	2	Menghubungkan kabel power		<input type="checkbox"/>									
	3	Menghubungkan 3 kabel jek		<input type="checkbox"/>									



4	Mengecheck suara												
5	Mengecheck line in												
6	Mengecheck input mic												

Berdasarkan hasil identifikasi dengan menggunakan elemen therblig, operasi kerja pada post ini sebenarnya dapat disederhanakan agar waktu operasi pada post ini dapat dikurangi. Operasi kerja yang seharusnya dihilangkan dari post ini adalah mengambil dan meletakkan buku garansi. Operasi kerja tersebut dinilai tidak efektif karena setelah operator mengambil buku garansi dengan menggunakan tangan kanan, operator akan memindahkan buku garansi tersebut di tangan kiri sambil sedangkan tangan kanan mengalami *avaoidable delay* meskipun hanya sesaat. Operasi kerja mengambil dan meletakkan buku garansi sebaiknya berada di *final check/2*. Apabila hal ini diterapkan akan menghemat 3.45 detik pada post ini. Sedangkan untuk operasi kerja menghubungkan kabel power dan mengecheck suara sebaiknya kabel jek diletakkan di jangkauan operator agar operator tidak perlu kesulitan menjangkau kabel.

#### Identifikasi Elemen Therblig dan Motion Mind Post Packing/2

Post packing/2 merupakan post dengan waktu kerja terlama yakni sebesar 32.52 detik. Tentunya post ini juga memiliki selisih yang paling besar dengan *average operation time*. Setelah dilakukan analisis dengan metode Therblig dan 10 *motion mind* dapat diidentifikasi beberapa elemen kerja yang tidak efektif dan tidak ergonomis. Inefektif elemen therblig yang terdapat pada post packing/2 adalah *hold* dan *position*. Ada beberapa elemen kerja yang melanggar 10 *motion mind* antara lain prinsip *walk free*, *lift free*, *twist free* dan *direction free*. Pada saat operator hendak mengambil dan meletakkan *polyfoam* serta meletakkan *box speaker* aktif dan pasif ke dalam karton operator harus berjalan sedikit agar dapat menjangkau *polyfoam*, *box speaker* dan karton. Elemen kerja meletakkan *box speaker* aktif dan pasif ke dalam karton melanggar prinsip *lift free*, *twist free* dan *direction free* juga. Hal ini tentu saja dapat mengakibatkan operator mengalami *fatigue*, *low back pain* ataupun hal – hal yang tidak diinginkan lainnya.

Tabel 6 Motion Mind Post Packing/2

			<input type="checkbox"/> very worried <input type="checkbox"/> worried <input type="checkbox"/> worried a little									
OP	NO	Details of operation procedure	10 Principles of Motion Mind									
			Walk free	Stretch Free	Lift free	Twist free	Direction free	Cross free	Hassle free	Positioning free	Wandering free	Rehearsel free
Pa/2	1	Mengambil back cover pasif										
	2	Mengambil box speaker pasif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	3	Melepas 2 lakban										
	4	Memasang antivibrasi midrange										
	5	Memasang kabel										
	6	Melepas 2 lakban										
	7	Mengambil 2 SPK		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>						
	8	Memasang kabel di SPK										
	9	Melepas 2 lakban										

Permasalahan yang timbul pada post packing/2 dapat dihindari dengan merancang mesin otomatis yang memiliki lebih dari 1 fungsi. Mesin tersebut disarankan memiliki kemampuan untuk melipat karton, meletakkan *polyfoam*, *staples* karton, *isolasi*, dan menyusun *box speaker* di atas palet secara otomatis. Dengan adanya mesin ini dapat mengurangi jumlah operator hingga 2 orang. Sehingga mesin ini tidak hanya menghindari sikap tidak ergonomis dari operator tetapi juga menghambat sumber daya manusia.



Gambar 4. Kondisi Sebelum Perbaikan

#### Perhitungan *Balance Delay* Setelah Perbaikan

Rekomendasi yang diberikan untuk 4 post tersebut dapat mengurangi *balance delay* secara signifikan. Hal ini dikarenakan waktu operasi dan operator akan berkurang. Operator yang semula 24 orang dapat dieliminasi menjadi 22 orang. Berdasarkan hasil pengukuran waktu kerja dengan MTM (*Methods – Time Measurement*), dapat dibandingkan perbedaan waktu operasi antara sebelum dan sesudah perbaikan, sebagai berikut :

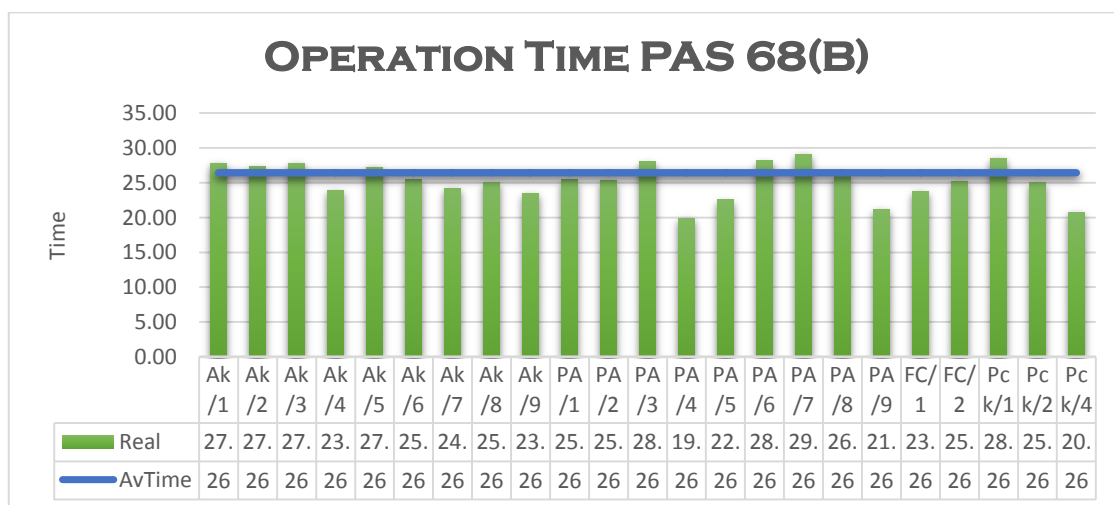
Tabel 7. Waktu Operasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Post	Sebelum (detik)	Sesudah (detik)
Ak/4	28,69	23,96
PA/2	30,26	25,39
FC/1	27,27	23,82
Pck/2	32,53	25,00

Berikut adalah perhitungan *balance delay* :

$$Balance\ loss = \frac{(29,13 \times 22) - 581,58}{(29,13 \times 22)} \times 100 = 9.25\%$$

*Balance delay* yang diperoleh setelah perbaikan adalah sebesar 9,25%, sehingga mengalami penurunan sebesar  $22,87 - 9,25\% = 13,62\%$ . Secara grafis waktu operasi dapat ditunjukkan seperti pada gambar 5 berikut ini :



Gambar 5. Grafik Waktu Operasi *Box Speaker PAS68 (B)* Setelah Perbaikan

## 5. KESIMPULAN

*Balance delay* yang dihasilkan pada lini *final check and packing* adalah sebesar 22.87%. Analisa elemen therblig dan *motion mind* dilakukan pada post aktif/4, post pasif/2, post *final check/1*, dan post *packing/2*. Elemen therblig inefektif yang terjadi pada 4 post tersebut adalah *hold*, *inspection*, *unavoidable delay*, *avoidable delay* dan *positioning*. Analisa *motion mind* yang dilakukan pada 4 post tersebut melanggar beberapa konsep *motion mind* yakni, *walk free*, *stretch free*, *lift free*, *positioning free*, *twist free* dan *direction free*. Pada post aktif/4 rekomendasi perbaikannya adalah dengan membagi material ke dalam 2 *box* material yang mengapit operator. Pada post pasif/2 rekomendasi perbaikannya adalah dengan menambahkan alat karakuri untuk mengeliminasi gerakan mengangkat *box speaker*. Pada post *final check/1* rekomendasi perbaikannya adalah dengan menghilangkan proses pengambilan dan peletakkan buku garansi pada palet, sehingga operasi kerja pengambilan dan peletakkan buku garansi langsung diletakkan diatas *box speaker* di post *final check/1*. Pada post *packing/2* rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah dengan membuat mesin otomatis yang memiliki kemampuan untuk melipat karton, meletakkan *polyfoam*, *staples* karton, *isolasi* dan menyusun *box speaker*. Dengan perbaikan tersebut *balance delay* dapat berkurang menjadi 9,25% atau mengalami penurunan sebesar 13, 62 % dan operator yang dibutuhkan untuk lini *final check and packing* adalah sebesar 22 orang.

## PUSTAKA

- Bennett, David. (2015). "*Balancing Loss*". [www.blackwellreference.com](http://www.blackwellreference.com) (diakses tanggal 20 Mei 2017)
- Eklund, J. A. (1995). *Relationships between ergonomics and quality in assembly work*. *Applied Ergonomics*, 26, 15–20.
- Erdinç, O., & Yeow, P. H. P. (2011). *Proving external validity of ergonomics and quality relationship through review of real-world case studies*. *International Journal of Production Research*, 49, 949–962.
- Falck, A. C., Örtengren, R., & Högberg, D. (2010). *The impact of poor assembly ergonomics on product quality: A cost-benefit analysis in car manufacturing*. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 20, 24–41.
- Ivarsson, A., & Eek, F. (2016). *The relationship between physical workload and quality within line-based assembly*. *Ergonomics*, 59(7), 913–923
- Sutalaksana, I.Z. (2000). "Duduk, Berdiri dan Ketenagakerjaan Indonesia", *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi*. PT. Guna Widya, Surabaya: 9 – 10.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta : UNIBA.
- Tarwaka. (2010). *Dasar – Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*, Solo : Harapan Press Solo
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2006). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Surabaya : PT. Guna Widya.

## DESAIN VIRTUAL ALAT BANTU PELINDUNG DIRI SEDERHANA “SPIDER GLOVES” DENGAN PENDEKATAN BIOMIMIKRI

Novie Susanto<sup>1</sup>, Yachobus Brahmandyo<sup>2</sup>, M. Sidiq Saifuddin Prasetyo<sup>3</sup>, Try Nofri<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: <sup>1</sup>nophie.susanto@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu keselamatan kerja berbentuk sarung tangan dan mengimplementasikan prinsip kerja alat gerak laba – laba ke dalam alat bantu pekerja proyek dan merekomendasikan material – material yang ringan, kuat, dan lentur sehingga dapat digunakan secara aman. Perancangan ini merupakan tahap awal yang berupa desain virtual disertai kalkulasi beban yang dapat ditahan. Sarung tangan ini mengadopsi metode biomimikri dengan mengadaptasi gerak laba-laba yang dapat menempel dan bergerak di dinding. Dengan data-data seperti antropometri, jenis dan kekuatan bahan, serta jenis pondasi bangunan, maka perancangan sarung tangan yang berkekuatan seperti alat gerak laba-laba dapat dilakukan. Alat Spider Glove dibuat dengan memadukan bahan kain untuk lapisan utama pelindung tangan, ditambah penggunaan magnet sehingga sarung tangan dapat menempel pada bangunan yang umumnya berangka logam. Didapatkan sarung tangan dengan kekuatan beban maksimum 92,66 kg dengan desain magnet berbentuk bongkahan besar di bagian telapak tangan. Ukuran alat mengikuti data antropometri tangan manusia Indonesia dan bahan dasar alat yaitu kain yang umum dipakai untuk membuat sarung tangan ditambah beberapa logam

**Kata Kunci:** APD; biomimikri; laba-laba; magnet; sarung tangan

### 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini kota – kota hampir di tiap provinsi mengalami pembangunan yang pesat. Setiap harinya, di kota – kota besar dapat ditemui pembangunan gedung baru yang berlangsung. Dalam pembangunan gedung baru, pastilah membutuhkan tenaga manusia dalam membangunnya meskipun pada masa kini alat – alat berat sudah banyak digunakan. Tetapi sangat disayangkan, pembangunan gedung – gedung ini masih dilakukan tanpa prosedur keselamatan yang tergolong minim. Rendahnya kesadaran pekerja dalam mengaplikasikan Kesehatan dan Keselamatan Kerja serta minimnya kesadaran dalam menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang tepat adalah salah satu alasan mengapa kecelakaan kerja masih menjadi masalah yang tak kunjung usai. Berdasarkan data Jamsostek (2013), kecelakaan kerja selama 2013 telah menelan korban sebanyak 192.911 orang.

Pada pekerja proyek pembangunan secara khusus, kesehatan dan keselamatan kerja menjadi hal yang harus dijunjung tinggi dikarenakan kontak manusia – alat yang begitu tinggi sehingga kesehatan dan keselamatan kerja tidak dilaksanakan dengan baik, tidaknya hanya luka ringan yang diderita oleh pekerja, melainkan bisa merenggut nyawa. Selain Alat Pelindung Diri, alat – alat inovatif juga diperlukan untuk memudahkan pekerja dalam melakukan pekerjaan dan menjamin keselamatan. Seiring dengan maraknya kasus pekerja yang terjatuh, maka diperlukan suatu alat yang mampu menjaga agar pengguna dapat menempelkan tangannya secara reflek ketika hendak terjatuh. Beberapa desain alat bantu untuk pencegahan kecelakaan terjatuh dengan sistem konvensional seperti sistem pembongkaran, sistem jaring pengaman dan sistem penangkapan jatuhnya pribadi (*personal fall arrest systems*/PFAS) (sistem penangkapan, sistem penentuan posisi dan sistem pengekangan perjalanan) serta melalui praktik dan pelatihan kerja yang aman. Penggunaan garis peringatan (*warning lines*), wilayah yang ditunjuk (*designated area*), zona kontrol dan sistem serupa diizinkan oleh OSHA standar 1926 dalam beberapa situasi dan dapat memberikan perlindungan dengan membatasi jumlah pekerja yang terpapar dan menerapkan metode dan prosedur kerja yang aman. Ada tiga komponen utama (port penyimpan / konektor jangkar, pakaian dan perangkat penghubung) dari PFAS yang harus ada dan digunakan dengan benar untuk memberikan perlindungan pekerja maksimal. Komponen tersebut tidak digunakan secara individual namun saling melengkapi (Bickerst, 2009)

Selain itu, untuk memudahkan operasi kerja yang melibatkan ketinggian tertentu, diperlukan alat praktis selain lift yang dapat digunakan secara pribadi oleh pekerja (*self – use tool*) dengan praktis dan mudah. Selain itu, operasi kerja yang menuntut kondisi dan ketinggian tertentu bisa diibaratkan sebagai

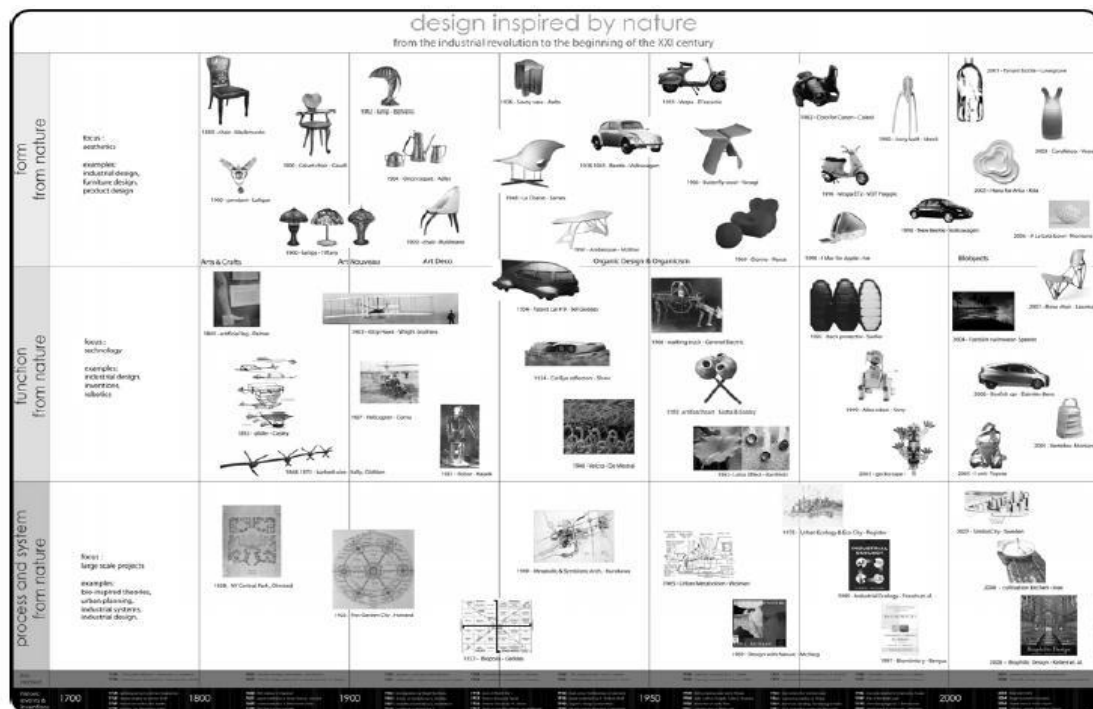
habitat dari seekor laba – laba, dimana hidup mahluk ini merayap dari satu dinding ke dinding lain tanpa jatuh. Prinsip kerja alat bergerak laba – laba ini dapat ditiru dalam menciptakan alat yang inovatif dan berguna bagi pekerja proyek. Salah satu prinsip kerja alat gerak laba – laba yang dapat ditiru adalah kemampuan alat gerak laba-laba dalam menempel di dinding. Tantangan yang harus dihadapi adalah bagaimana cara megimplementasikan prinsip kerja tersebut ke dalam alat penunjang bagi pekerja proyek dan mentransformasikan bentuk alat gerak yang kecil ke dalam bentuk yang sesuai dengan kebutuhan manusia. Penelitian di bidang biomimikri bukanlah hal yang baru. Sudah banyak penerapan biomimikri yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari manusia seperti Velcro, pendingin pasif, selotip tokek, turbin air bertenaga paus, efek hidrofobik daun teratai, plastic *self-healing*, prinsip aliran emas (Zary, 2007), Scooter elektrik (Mul, 2009) desain industrial (Primer, 2001; Montana Hoyos, 2013; Vashist, 2011). Biomimikri juga diimplementasikan untuk desain interior (Anous, 2015), desain stadion Beijing berdasarkan pada prinsip sarang burung (Rogers dkk, 2008), konsep optimisasi (Liu dan Passino, 2002). Sementara di bidang konstruksi, biomimikri telah dipelajari oleh Mead (2008) dan Turner dan Soar (2008) sebagai dasar desain proyek konstruksi dan infrastruktur dan arsitektur (Rao, 2014).

Perancangan alat bantu gerak berdasarkan prinsip alat gerak laba-laba hanya merupakan salah satu penerapan baru di bidang K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja). Dengan data-data seperti anthropometri, jenis dan kekuatan bahan, serta jenis pondasi bangunan, maka perancangan sapu tangan yang berkekuatan seperti alat gerak laba-laba dapat dilakukan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan prinsip kerja alat gerak laba – laba ke dalam alat bantu pekerja proyek dan merekomendasikan material – material yang ringan, kuat, dan lentur sehingga dapat digunakan secara aman.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a) Biomimikri

Biomimikri adalah ilmu yang menempatkan obyek alam (khususnya makhluk hidup) sebagai model perancangan dan proses, menirunya dan daplikasikan pada teknologi modern (Benyus, 2006; Zary, 2007; Nesta, 2012)). Sebenarnya ilmu ini secara alami sudah ada dalam benak para ilmuwan jaman dulu sebut saja Wright bersaudara penemu pesawat terbang yang diilhami oleh kemampuan burung untuk terbang. Lebih jauh lagi manusia yang hidup pada generasi pertamapun tentu dia banyak belajar dari alam sebagai acuan pengembangan diri. Namun secara formal istilah biomimikri pertama kali dikemukakan oleh Janine M. Benyus, seorang penulis dan pengamat ilmiah dari Amerika yang kemudian mendirikan *Biomimicry Institute*.



Gambar 1. Historic Chart of Bio-inspired design

Konsep tentang alam (9 prinsip kehidupan alam) dan biomimikri menjelaskan bahwa (McGregor, 2013):

- Alam sebagai model: Biomimikri mempelajari model alam paling cocok untuk dijadikan inspirasi untuk memecahkan permasalahan keberlangsungan manusia.
- Alam sebagai standard: Biomimikri menggunakan standar ekologi untuk menentukan kesesuaian inovasi menurut prinsip kehidupan alam.
- Alam sebagai mentor: Akhirnya, hubungan dengan alam mampu berubah oleh Biomimikri, dari melihat alam sebagai sumber bahan mentah, menjadi sumber ide untuk pemecahan masalah, sebuah mentor yang mempunyai kebijaksanaan dan pengetahuan untuk hidup dan bertahan secara berkelanjutan.

#### **b) Sarung Tangan**

Sarung tangan adalah sejenis pakaian yang menutupi tangan, baik secara sebagian ataupun secara keseluruhan. Ada beberapa jenis bahan sarung tangan yaitu termis, mekanis, kimia dan pelindung infeksi. Selain itu sarung tangan juga dipakai sebagai hiasan atau untuk alasan mode. Sarung tangan biasa berjumlah sepasang. Sarung tangan berguna sebagai alat pelindung tangan ketika bekerja di tempat atau kondisi yang bisa mengakibatkan cedera tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan di sesuaikan dengan fungsi masing-masing pekerjaan.

Beberapa jenis sarung tangan dapat dibedakan berdasarkan fungsinya, seperti berikut ini:

1. *Leather Gloves*: fungsinya untuk perlindungan tangan dari permukaan kasar.
2. *Vinyl dan Neoprene Gloves*: fungsinya untuk melindungi tangan dari bahan-bahan kimia yang beracun dan berbahaya.
3. *Rubber Gloves*: berfungsi untuk melindungi tangan saat bekerja / berhadapan dengan listrik.
4. *Added Cloth Gloves*: berfungsi untuk melindungi tangan dari segi yang tajam, bergelombang atau kotor.
5. *Heat Resistant Gloves*: berfungsi untuk melindungi tangan dari panas maupun api.
6. *Latex Disposable Gloves*: berfungsi untuk melindungi tangan dari serangan bakteri dan kuman.
7. *Metal Mesh Gloves*: berfungsi untuk melindungi tangan dari benda-benda tajam juga mencegah tangan terpotong akibat benda tajam

### **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian dimulai dengan studi lapangan untuk meneliti kondisi kerja proyek pembangunan, khususnya seberapa tinggi gedung / bangunan yang dibangun. Hal ini dilakukan agar alat yang nantinya dirancang benar – benar mampu merepresentasikan kebutuhan dari pekerja itu sendiri. Studi Pustaka dilakukan untuk mengetahui dasar – dasar teori yang digunakan dalam pemecahan masalah penelitian. Metode biomimikri digunakan karena peneliti ingin merancang alat gerak yang merepresentasikan alat gerak dari laba – laba. Selain itu, penelitian lebih lanjut tentang mekanisme alat gerak laba – laba juga diperlukan agar alat yang dirancang nantinya mampu bekerja mendekati atau memiliki performa yang sebaik alat gerak milik laba – laba.

Data – data yang dikumpulkan terkait penelitian ini antara lain data antropometri interpolasi British – Hongkong, data kebutuhan material, daftar harga material, dan sifat serta performa material. Setelah mengumpulkan semua data, maka diperlukan perancangan desain untuk mengetahui secara rekayasa (*engineering*) barang yang dibuat. Studi mekanisme dilakukan untuk mentransformasikan dan mengimplementasikan prinsip kerja alat gerak pada laba – laba ke rancangan alat gerak yang dibuat. Sementara aspek pengembangan design meliputi aspek estetis, keselarasan dimensi komponen, dan lain – lain.

Kecocokan desain akhir merupakan tahap untuk menguji apakah alat yang dirancang mampu bekerja layaknya alat gerak pada laba – laba itu sendiri. Selain itu kecocokan desain akhir juga dilakukan untuk menganalisis apakah alat tersebut secara dimensi dapat digunakan dengan nyaman dan aman

### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **a) Data Antropometri Tangan Populasi Indonesia**

Pada desain alat spider – glove ini, peneliti menggunakan dimensi antropometri tangan populasi Indonesia (Nurmianto, 1991). Dari data antropometri tersebut, dimensi – dimensi tubuh (tangan) yang terpakai dalam perancangan *Spider – Glove* ini dapat dilihat pada Tabel 1.

### b) Perancangan Produk

Sarung tangan yang merupakan salah satu komponen utama spider – glove menggunakan bahan silicon. Silicon dipilih karena sifatnya yang elastic dan kuat serta ringan. Gambar 2 di bawah ini merupakan part sarung tangan.

Magnet yang digunakan sebagai komponen utama dari spider – glove adalah magnet N52. Huruf ‘N’ disini merujuk pada Neodymium, salah satu unsur logam pembentuk magnet seri N itu sendiri. Magnet N sering disebut juga dengan sebutan magnet NdFeB atau magnet NIB karena tersusun dari unsur Neodymium (Nd), Iron (Fe), dan Boron (B). Magnet seri N sendiri merupakan penemuan terbaru dan merupakan magnet yang dapat digunakan untuk kegiatan sehari – hari.

Dalam magnet seri N sendiri, terdapat beberapa macam tipe. Magnet seri N terdiri dari N35, N38, sampai yang paling kuat adalah seri N52. Nomor dibelakang huruf ‘N’ menandakan kekuatan dari magnet itu sendiri. semakin banyak jumlahnya (tertinggi 52) maka semakin kuat magnetnya. Kekuatan yang dihasilkan oleh magnet Neodymium adalah sebesar 10 kali lipat dibandingkan dengan magnet keramik. Spesifikasi magnet yang digunakan untuk spider – glove sendiri adalah magnet N52 dengan diameter 110 mm, ketebalan 20 mm, dan jarak optimal magnet 10 mm.

**Tabel 1. Dimensi Tangan Terpakai**

No	Dimensi	Ukuran	Persentil	gender
1	Panjang Tangan	189	95	Pria
2	Panjang Telapak Tangan	108	95	Pria
3	Panjang Ibu Jari	48	95	Wanita
4	Panjang Jari Telunjuk	70	95	Wanita
5	Panjang jari Tengah	79	95	Wanita
6	Panjang Jari Manis	69	95	Wanita
7	Panjang Jari Kelingking	51	95	Wanita
8	Lebar Ibu Jari	20	95	Wanita
9	Tebal Ibu Jari	19	95	Wanita
10	Lebar Jari Telunjuk	19	95	Wanita
11	Tebal Jari Telunjuk	18	95	Wanita
12	Lebar Telapak Tangan	88	95	Pria
13	Lebar Telapak Tangan (Ibu Jari)	108	95	Pria
14	Tebal Telapak Tangan	31	50	Pria
15	Tebal Telapak Tangan (Ibu Jari)	47	95	Wanita



**Gambar 2. part sarung tangan**

Magnet holder adalah alat untuk menggenggam magnet sehingga bisa digunakan di sarung tangan. Material penyusunnya yaitu kain pada bagian penghubung dengan sarung tangan, dan plastic fiber sebagai wadah magnet. Magnet resistor adalah komponen dari spider – glove yang berfungsi untuk menutup magnet sehingga tidak terjadi gaya tarik. Magnet resistor terbuat dari fiber.

### c) Perakitan

Kemudian dari seluruh bagian *Spider Glove* yang ada, dapat disatukan menjadi sebuah alat utuh dengan tampilan hasil *assembly* sebagai berikut.



**Gambar 3. Perakitan rancangan**

Kegunaan dari *Spider Glove* ini seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya adalah untuk menunjang keselamatan pekerja bangunan dimana memudahkan pekerja untuk memanjat rangka – rangka bangunan yang terbuat dari baja. Untuk prinsip kerjanya sangat mudah, dimana dengan hanya menekan tuas resistor ke bawah, maka resistor akan terangkat dan alat ini akan menempel pada logam.

Sementara untuk memutus gaya tarik magnet, pengguna hanya perlu melepas tuas resistor dan resistor akan menutup magnet dan gaya tarik akan terhalang oleh resistor yang terbuat dari bahan non logam.

**d) Dimensi Rancangan Magnet**

Dengan menggunakan kalkulator perhitungan magnet melalui situs [www.kjmagnetics.com](http://www.kjmagnetics.com), data – data yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah seperti yang terlampir pada Gambar 4 di bawah ini.

Grade:	N52
Diameter:	110 mm
Thickness:	20 mm
Distance:	10 mm
<b>Calculate</b>	

**Gambar 4. Screenshot Dimensi Rancangan Pertama**

Grade magnet yang digunakan adalah Magnet Neodymium seri 52, yaitu seri magnet tertinggi. Diameter magnet adalah 110 mm, dengan ketebalan 20 mm, dan jarak optimal 10 mm. Dari hasil perhitungan dengan kalkulator magnet di atas, didapatkan tiga kasus yang mungkin terjadi pada kerja magnet. Gambar 5 di bawah ini adalah untuk kasus pertama. Pada kasus pertama seperti di Gambar 5, diskenariokan bila salah satu magnet bersinggungan dengan logam, maka gaya tarik (*pull force*) maksimum dari magnet tersebut adalah 204,3 lb atau setara dengan 92,66 kilogram.

Sementara pada kasus kedua seperti Gambar 6 terjadi bila magnet berada pada 2 logam. Untuk hal ini, magnet yang berada pada sisi luar (bersinggungan dengan udara), masih dapat memberikan gaya tarik sebesar 179,3 lb atau setara dengan 81,33 kilogram.

Dan pada kasus ketiga Gambar 7, hasil yang diberikan adalah hasil terbesar karena magnet secara utuh tidak mengalami kontak dengan logam, sehingga gaya tarik magnet seutuhnya bergerak bebas. Dengan kondisi ini, gaya tarik dapat mencapai angka 303,5 lb atau setara dengan 137,66 kilogram.

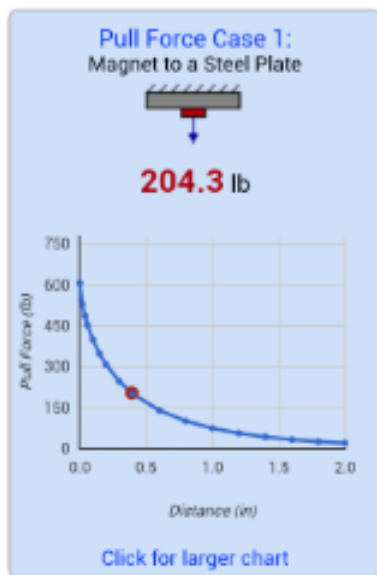
**e) Rancangan Alternatif Magnet**

Setidaknya ada rancangan alternative dari *Spider Glove* yang peneliti kembangkan. Untuk menjawab keraguan fleksibilitas rancangan pertama, peneliti membuat rancangan kedua dimana pada rancangan ini lebih memperhatikan aspek fleksibilitas. Berikut ini terdapat Gambar 8, adalah rancangan

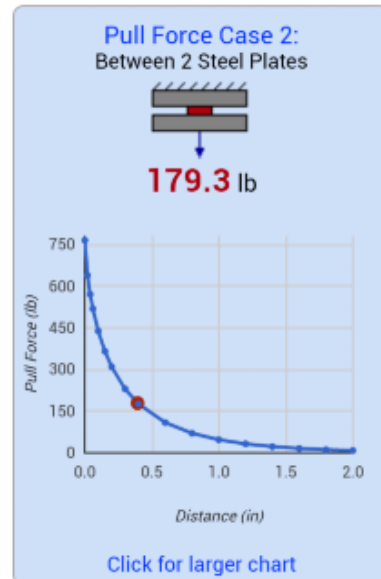


alternatif dari *Spider Glove* dimana akan digunakan 25 buah magnet yang tersebar (1 di setiap ruas jari, dan 11 di telapak tangan). Sementara Gambar 9 berikut ini adalah dimensi rancangan alternatif dari *Spider Glove*.

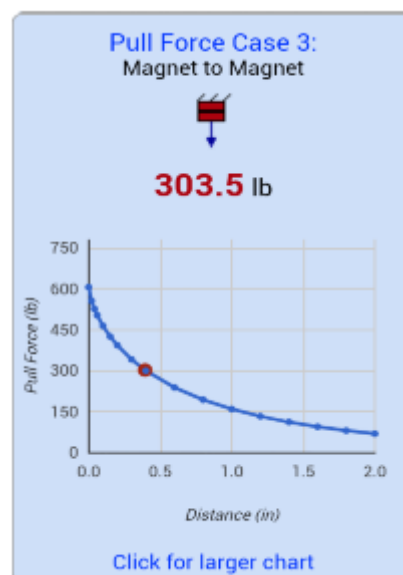
Rancangan kedua menggunakan magnet dengan jenis yang sama seperti sebelumnya, yaitu magnet jenis N52 yang memiliki daya tarik paling kuat. Dengan diameter 20 mm, ketebalan 20 mm, dan jarak optimal gaya tarik sebesar 10 mm. Dari hasil perhitungan melalui kalkulator lewat situs [kjmagnetics.com](http://kjmagnetics.com), didapat 3 hasil yang berbeda untuk masing – masing kasus penarikan seperti yang diperlihatkan Gambar 10. Hasil pertama, gaya tarik antara magnet dengan plat logam menghasilkan angka 2,16 lb per satu magnet. Dengan jumlah 25 buah magnet, maka hasil gaya pengangkatannya adalah sebesar 54 lb atau 24,49 kg. dimana hasil ini masih jauh dibawah kemampuan magnet dengan diameter 110 mm yang memiliki kekuatan 204,3 lb (92,66 kg).



Gambar 5. *Pull Force Case 1 Rancangan Pertama*



Gambar 6. *Pull Force Case 2 Rancangan Pertama*



Gambar 7. *Pull Force Case 3 Rancangan Pertama*



Gambar 8. Rancangan Kedua Spider – Glove

Grade:
N52

Diameter:
20
mm

Thickness:
20
mm

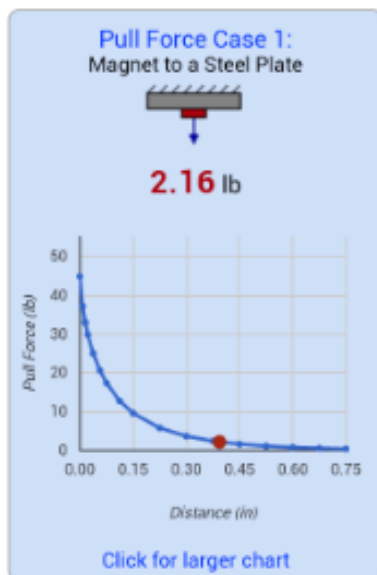
Distance:
10
mm

Calculate

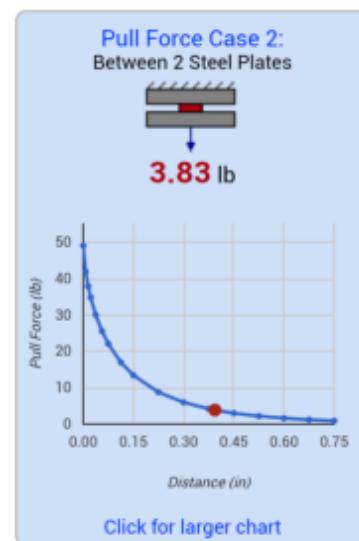
Gambar 9. Screenshot Dimensi Rancangan Kedua

Sementara pada hasil kedua (Gambar 11), dimana kasusnya adalah jika magnet menempel pada dua buah plat logam, hasil yang diberikan adalah sebesar 3,83 lb per satu magnet. Jika terdapat 25 buah magnet dengan kekuatan yang sama, maka hasilnya adalah sebesar 95,75 lb atau 43,43 kg. hasil ini juga masih menghasilkan kekuatan yang kurang dibandingkan dengan magnet berdiameter 110 mm yang sebesar 179,3 lb (84,33 kg).

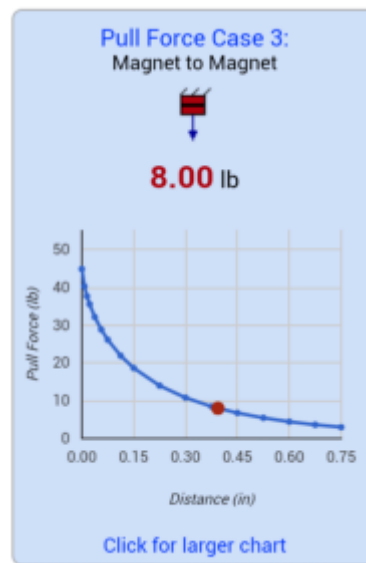
Hasil ketiga (Gambar 12) adalah untuk hubungan antara dua magnet, dimana hasilnya adalah 8 lb per satu magnet. Jika terdapat 25 buah magnet dengan kekuatan yang sama, maka hasilnya adalah 200 lb (90,72 kg) dimana hasil ini masih jauh dibawah magnet berdiameter 110 mm dengan kekuatan 303,5 lb.



Gambar 10. Pull Force Case 1 Rancangan Kedua



Gambar 11. Pull Force Case 2 Rancangan Kedua



Gambar 12. Pull Force Case 3 Rancangan Kedua

f) **Kekuatan Magnet**

Dari hasil perhitungan data, didapatkan 2 jenis alternatif sarung tangan yang berbeda desainnya dari dilihat dari ukuran magnetnya, yaitu:

1. *Spider Glove* dengan bongkahan magnet di bagian telapak tangan.
2. *Spider Glove* dengan magnet kecil yang disebar di seluruh permukaan telapak.

Perbandingan kekuatan dari kedua jenis desain sarung tangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Alternatif Desain

Alternatif Desain	Magnet		
	Ukuran dalam mm (diameter, ketebalan, jarak)	Posisi	Kekuatan (kg)
Bongkahan Magnet	(110, 20, 10)	bersinggungan 1 logam	92,66
		bersinggungan 2 logam	81,33
		tidak bersinggungan	137,66
Magnet Kecil Tersebar	(20, 20, 10)	bersinggungan 1 logam	24,49
		bersinggungan 2 logam	43,43
		tidak bersinggungan	90,72

Dari tabel 2 dapat diputuskan bahwa untuk desain *Spider Glove* akan digunakan alternatif desain pertama dimana ukuran magnetnya berupa sebuah bongkahan besar di telapak tangan karena kekuatan magnet bisa lebih besar dan mampu menahan beban tubuh manusia pada umumnya. Berbeda dengan alternatif desain *Spider Glove* yang kedua dimana kekuatan magnetnya tidak mampu menahan beban tubuh manusia pada umumnya. Berdasarkan uji kekuatan magnet, dari ketiga kasus didapat hasil bahwa kekuatan magnet ada di kisaran 80kg – 150kg. Dari ketiga kasus yang ada maka:

1. Pada kasus 1 magnet hanya akan bersinggungan dengan sebuah logam pada salah satu sisinya, yang memiliki kekuatan tarik beban maksimum terbaik kedua (92,66kg). Dapat diterapkan apabila ingin membuat sarung tangan dengan logam sebagai sisi luarnya.
2. Pada kasus 2 magnet akan berada pada posisi diapit dua buah logam dengan kekuatan magnet maksimum terendah yaitu 84,33kg. Dapat diterapkan bila menciptakan sarung tangan dengan logam sebagai bahan dalam dan luarnya,
3. Pada kasus 3 magnet tidak bersinggungan samasekali dengan logam secara langsung dengan kekuatan maksimum terbaik yaitu 137,66kg. Dapat dilakukan dengan tidak memakai logam sebagai bahan utama sarung tangan.

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis di atas, maka dapat diambil beberapa opsi yang bisa dipilih untuk membuat *Spider Glove* sebagaimana pada Tabel 3.

**Tabel 3. Pilihan Sarung Tangan**

POSISI MAGNET	KEKUATAN MAX	PENGAPLIKASIAN DESAIN	BERAT SARUNG TANGAN
Bersinggungan satu logam	92,66 kg	Sarung tangan berbahan kain tanpa tambahan logam	sedang
Di antara 2 logam	84,33 kg	Memakai tambahan logam pada alat	sangat berat
Tidak bersinggungan logam	137,66 kg	Tidak mungkin diterapkan	Tidak mungkin diterapkan

Berdasarkan situasi dan hasil analisis, dapat diketahui bahwa lebih baik *Spider Glove* dibuat dengan menerapkan kasus 1, yang posisinya bersinggungan 1 logam. Ini diterapkan karena alat mengandung berbagai macam *part* yang tidak mengandung logam, dan angka bangunan itu sendiri sebagai objek logam yang bersinggungan dengan magnet. Meskipun beban max tidak mencapai 100 kg, namun alat ini masih realistis karena *Spider Glove* diciptakan dengan tujuan utama untuk pekerja bangunan yang umumnya memiliki berat badan yang sudah ditambah barang bawaannya memiliki bobot tidak lebih dari 100kg. Ukuran dan kekuatan magnet sudah dibuat serealistis mungkin sambil melihat dan mempertimbangkan faktor ergonomis (berdasarkan dimensi tubuh manusia).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Terinspirasi pada serangga laba – laba yang mampu dengan mudah berjalan secara vertikal, maka diciptakan produk *Spider Glove*. Alat ini dirancang khususnya untuk membantu pekerja proyek ketika berjalan menaiki bangunan (bergerak vertikal) dengan memperhatikan faktor *safety* dan K3.
2. Alat *Spider Glove* dibuat dengan memadukan bahan kain untuk lapisan utama pelindung tangan, ditambah penggunaan magnet sehingga sarung tangan dapat menempel pada bangunan yang umumnya berangka logam. Didapatkan sarung tangan dengan kekuatan beban maksimum 92,66 kg dengan desain magnet berbentuk bongkahan besar di bagian telapak tangan. Ukuran alat mengikuti data anthropometri tangan manusia Indonesia dan bahan dasar alat yaitu kain yang umum dipakai untuk membuat sarung tangan ditambah beberapa logam.

Setelah melakukan penelitian ini, maka dapat disarankan bagi penelitian selanjutnya antara lain agar:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut agar sarung tangan lebih sempurna kekuatannya.
2. Dikembangkan teknologi lebih canggih sehingga ukuran magnet tidak perlu berupa bongkahan besar yang faktanya cukup membatasi gerak jari tangan penggunaannya.
3. Untuk alternatif desain kedua dimana magnet disebar, mampu menghasilkan kekuatan yang mencapai 90 kg untuk situasi magnet yang tidak bersinggungan dengan logam. Maka dapat dikatakan terdapat peluang untuk mengembangkan alat ini dengan penelitian lebih lanjut untuk mengubah bahan, desain, ukuran, hingga teknologi lainnya agar alat dapat digunakan dengan sempurna.

## PUSTAKA

- Anous, I.H.I., (2015), *Biomimicry” Innovate Approach in Interior Design for Increased Sustainability*, *American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences* . 10(1), March-May 2015, pp. 18-27
- Benyus, J. M. (2006). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: Perennial.
- Bickrest, E. (2009). "Fall Protection: Failure is Not an Option". *EHS Today*. Available at: <http://ehstoday.com/ppe/fall-protection/falls-remain-occupational-hazard-0309>
- Liu, and Passino. (2002). *Biomimicry of Social Foraging Bacteria for Distributed Optimization: Models, Principles, and Emergent Behaviors*. *JOURNAL OF OPTIMIZATION THEORY AND APPLICATIONS*. Vol. 115, No. 3, pp. 603–628, December 2002.
- McGregor, S. L.T. (2013). *Transdisciplinarity and Biomimicry*. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*. Vol. 4, pp. 57-65, (December, 2013) Canada.
- Mead, S.P. (2008). "Biomimetics: Biologically Inspired Ideas for Construction", *International Journal of Construction Education & Research*, USA.
- Montana Hoyos, C.A. (2013). (Bio-ID4S): *Biomimicry in Industrial Design for Sustainability, an Integrated Teaching and Learning Method*. Kobe Design University. Available at: <https://bioinspired.sinet.ca/content/biomimicry-industrial-design-sustainability-integrated-teaching-and-learning-method>
- Mul, E.J. (2009). *Bio Inspired Design of an Electric Scooter Body*. Master Thesis. TU Delft.
- Nesta. (2012). *Biomimicry: Biology Inspires Innovation*, London. Available at: <https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/hottopicbiomimicry.pdf>
- Primer, S.A. (2001). *The Application of Biotechnology to Industrial Sustainability*. Availbale at: <https://www.oecd.org/sti/biotech/1947629.pdf>. OECD.
- Rao, R. (2014). *Biomimicry in Architecture*. *International Journal of Advanced Research in Civil,Structural,Environmental and Infrastructure Engineering and Developing*. Vol. 1 Issue: 3 08-Apr-2014. ISSN\_NO: 2320-723X
- Rogers, A., Yoon, B., Malek C. (2008). *Beijing Olympic Stadium as Biomimicry of a Bird’s Nest. Architectural Structure*. *ARCH 251. Course Modul*. Beijing. Aavailable at <https://www.mcgill.ca/architecture/files/architecture/BiomimicrySSEFessay2007.pdf>
- Turner, J.S and Soar, S.C. (2008). *Beyond Biomimicry: What Termites can Tell us About Realizing the Living Building*. *First International Conference on Industrialized, Intelligent Construction (I3CON)*. Loughborough University, 14-16 May 2008
- Vashist, S. (2011). *Design for Sustainability through Bio – Mimicry: An Overview with Examples*. *Sustainable Silicon Valley*. Available at: [http://www.sustainicum.at/files/projects/73/en/BIOMIMICRY\\_Supporting-Material/2b\\_Biomimicry-Handout-incl-EXAMPLES.pdf](http://www.sustainicum.at/files/projects/73/en/BIOMIMICRY_Supporting-Material/2b_Biomimicry-Handout-incl-EXAMPLES.pdf)
- Zari, M.P. (2007). *Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability*. *Paper presented at the The SB07 NZ Sustainable Building Conference, Auckland, New Zealand*. Retrieved February 8, 2013. Aavailable at <http://www.victoria.ac.nz/architecture/about/staff/publications-maibritt-pedersen>.

## PERANCANGAN ALAT BANTU PEMINDAHAN MATERIAL PRODUK SUSU UNTUK MENGURANGI MUSKOLOSKETAL DISORDER

Purnawan Adi W<sup>1</sup>, Heru Prastawa<sup>2,3</sup>, Adrianus Destian<sup>3</sup>,

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052

### ABSTRAK

CV Cita Nasional adalah salah satu industri kecil yang bergerak di bidang pengolahan dan produksi susu segar. Pada departemen produksi, perusahaan menggunakan tenaga manusia untuk memindahkan material. Penanganan material yang paling berat adalah ketika pegawai memindahkan susu hasil produksi diantar ke truk. Aktivitas penanganan material yang tidak tepat ini dapat mengakibatkan kerugian dan kecelakaan pada operator. Salah satunya adalah cedera pada sistem muskuloskeletal atau muskuloskeletal disorder (MSDs). Tujuan penelitian ini adalah merancang alat bantu untuk memperbaiki postur tubuh pegawai saat memindahkan material. Hasil pengukuran RULA lewat software CATIA menunjukkan bahwa pegawai produksi memperoleh skor 7 saat mendorong material tanpa alat bantu, yang mengindikasikan bahaya yang berlebih. Perancangan alat bantu trolley menjadi salah satu solusi sederhana dan terjangkau. Berdasarkan analisa gaya yang dikeluarkan, penggunaan trolley mampu meningkatkan efisiensi kerja. Hasil evaluasi penggunaan trolley menggunakan RULA didapatkan skor 3 yang menunjukkan postur kerja yang aman dan menghindarkan pekerja dari gangguan nyeri otot dan persendian.

**Kata kunci:** manual material handling (MMH); musculoskeletal disorder (MSDs); RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

### 1. PENDAHULUAN

CV Cita Nasional merupakan salah satu industri yang bergerak dalam pengolahan dan produksi susu segar dan sudah bergerak selama lebih dari lima belas tahun. Perusahaan ini berlokasi di Getasan, Salatiga dan pemasaran produknya sudah mencapai wilayah Jawa Barat dan Jawa Timur. Selama melakukan proses produksi, peran manusia tidak dapat dilepaskan. Salah satu peran penting yang dilakukan pekerja di departemen produksi adalah penanganan material, yang tentu masih dilakukan secara manual. Pada lantai produksi CV Cita Nasional, penanganan material yang paling berat dilakukan adalah saat memindahkan produk jadi, susu pasteurisasi, yang sudah dibungkus, didorong dan dimasukkan di dalam krat lalu ditumpuk, dipindahkan dari mesin produksi ke dalam truk untuk langsung didistribusikan ke tempat-tempat distribusi. Satu tumpukan krat susu pasteurisasi ini beratnya bervariasi, antara 90-110 kg tergantung yang diproduksi pada hari tersebut. Beban tersebut sangatlah tinggi dan dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal seperti nyeri otot dan persendian. Pekerjaan penanganan material secara manual (*Manual Material Handling*) yang terdiri dari mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik dan membawa merupakan sumber utama keluhan karyawan di industri (Ayoub & Dempsey, 1999).

Aktivitas *manual material handling* (MMH) yang tidak tepat dapat menimbulkan kerugian bahkan kecelakaan pada karyawan. Akibat yang ditimbulkan dari aktivitas MMH yang tidak benar salah satunya adalah keluhan muskuloskeletal. Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu yang lama akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan inilah yang biasanya disebut sebagai *muskuloskeletal disorder* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993).

Penggunaan tenaga manusia dalam penanganan material ini, masih belum sepenuhnya menerapkan dan memperhatikan aspek-aspek ergonomi dan aspek K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja). Tenaga manusia yang tidak konstan dan mudah lelah bukan menjadi sebuah keuntungan bagi perusahaan yang menginginkan produktivitas dan performansi maksimal. Hal ini tentunya sangat berbahaya bagi pekerja karena pekerjaan apapun yang melebihi ambang batas yang direkomendasikan pasti akan memberi resiko yang dapat menimpa para pekerja. Untuk menangani masalah penanganan material secara manual oleh pekerja tersebut dan tetap memperhatikan aspek ergonomi dan K3 serta menghemat biaya

pengeluaran perusahaan, salah satu solusi yang terjangkau adalah mendesain alat bantu sederhana yang tidak hanya membantu meringankan pekerjaan saja namun juga aman dan nyaman saat digunakan oleh pekerja.

## 2. Literatur review

Metode Rula merupakan alat yang berguna untuk mengevaluasi postur kerja yang kemungkinan menimbulkan risiko kecelakaan (Rivero, Rodríguez, Pérez, Mar, & Juarez, 2015). RULA digunakan untuk mempelajari potensi risiko *Low Back Pain* (LBP) dan *muskuloskeletal disorder* (MSD) mengacu pada Manual Material Handling yang dipraktikkan oleh pekerja (Deros, Darina, Daruis, & Mohamed, 2015).

Metode RULA terdiri dari penilaian bagian tubuh, di mana tubuh manusia terbagi dalam dua bagian (Bagian A: lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan; Bagian B: leher, badan, dan kaki). Perhitungan skor RULA menggunakan tiga tabel. Dua tabel pertama memberi nilai postur tubuh pada segmen tubuh. Masing-masing skor ini kemudian dikoreksi sesuai dengan frekuensi operasi dan beban gaya pada tungkai. Tabel ketiga mengambil nilai skor sebelumnya sebagai masukan untuk mendapatkan nilai terakhir. Tingkatan tindakan berikut menunjukkan intervensi yang diperlukan untuk mengurangi risiko cedera operator :

- 1-2 skor akhir : postur tubuh dapat diterima jika tidak diulang dalam waktu lama
- 3-4 skor akhir : diperlukan penyelidikan lebih lanjut dan perubahan mungkin diperlukan
- 5-6 skor akhir : penyelidikan dan perubahan diperlukan segera
- 7 skor akhir : penyelidikan dan perubahan segera dilakukan (Manghisi et al., 2017).

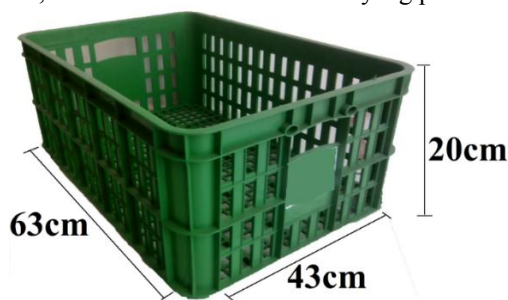
Metode RULA telah banyak dipakai dalam melakukan analisa postur tubuh. (Massaccesi et al., 2003) mengambil sampel 77 pengemudi kendaraan pengumpul sampah yang duduk dalam postur standar serta mengemudi dengan posisi leher dan tubuh dibengkokkan dan diputar dan kemudian dianalisa dengan metode RULA. Dockrell et al. (2012) menggunakan metode RULA Untuk menilai postur anak ketika menggunakan komputer. Rapid Upper Limb Assessment (RULA) telah digunakan pula untuk menilai risiko postural anak-anak di sekolah (Chen, Falkmer, Parsons, Buzzard, & Ciccirelli, 2014). Kushwaha & Kane (2016) metode rula untuk mengevaluasi tata letak kabin crane yang baru dibandingkan dengan tata letak kabin crane yang lama untuk mengurangi MSD.

## 3. Metodologi

Pada penelitian ini, pembuatan desain produk alat bantu *trolley* menggunakan software SolidWorks sedangkan untuk analisa RULA menggunakan software CATIA. Perhitungan efisiensi penggunaan *trolley* menggunakan analisa mekanis gaya gesek yang dikeluarkan. Untuk melaksanakan penelitian ini, terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan, yaitu:

### 1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk melaksanakan penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer tersebut adalah ukuran krat yang digunakan untuk menampung hasil produksi susu yang sudah dikemas dan siap dikirimkan, dan beban rata-rata satu krat yang penuh.



Gambar 1. Ilustrasi Ukuran Krat Plastik

Ukuran krat tersebut adalah 63cm × 43cm × 20 cm. Data ukuran ini yang dijadikan acuan dalam perancangan *trolley*, untuk memudahkan pemindahan dari lantai produksi ke truk pengangkut distribusi.

Ukuran kemasan dan berat krat yang didorong oleh seorang pegawai pada lantai produksi dirangkum pada tabel 1 di bawah ini:

**Tabel 1. Ukuran Kemasan dan Krat**

Ukuran Kemasan (ml)	Jumlah Kemasan Per Krat (pcs)	Berat rata-rata per krat (kg)	Berat rata-rata satu tumpuk krat (kg)
75	255	19.125	95.625
150	126	18.9	94.5
200	110	22	110
<b>Rata-rata</b>		20.00833333	100.0416667

Dari perhitungan pada tabel 1 tersebut, beban rata-rata krat yang didorong adalah 100.04kg. Beban ini bervariasi karena satu orang pegawai dapat berpindah-pindah atau bergantian antar pegawai yang lain dalam mendorong tumpukan krat dengan isi kemasan yang berbeda.

Peneliti tidak mengukur langsung antropometri pekerja karena akan mengganggu proses produksi. Oleh karena itu data sekunder akan digunakan pada pembuatan desain produk ini. Data antropometri yang digunakan adalah antropometri masyarakat Indonesia hasil interpolasi masyarakat British-Hongkong (Nurmianto, 2004).

Data sekunder berupa dimensi tubuh yang digunakan pada perancangan trolley ini adalah:

- Dimensi tubuh nomor 4 yaitu tinggi siku, dengan ukuran persentil 95% wanita, 1074mm
- Dimensi tubuh nomor 21 yaitu panjang tangan, dengan ukuran persentil 95% wanita, 181mm

## 2. PENGOLAHAN DATA

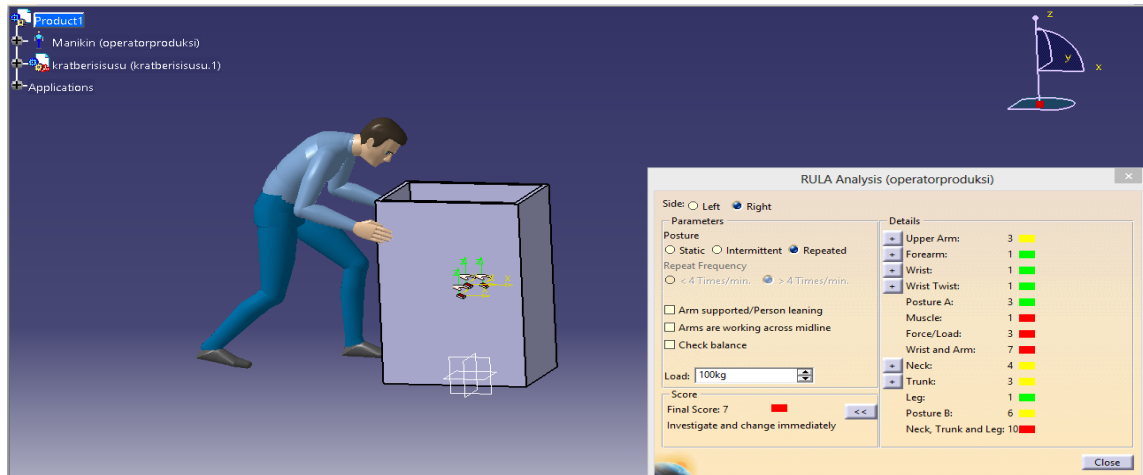
Langkah selanjutnya adalah analisa postur menggunakan software CATIA. Untuk analisa postur yang pertama adalah analisa postur pegawai produksi yang sedang mendorong 5 krat berisi susu tanpa menggunakan alat bantu.



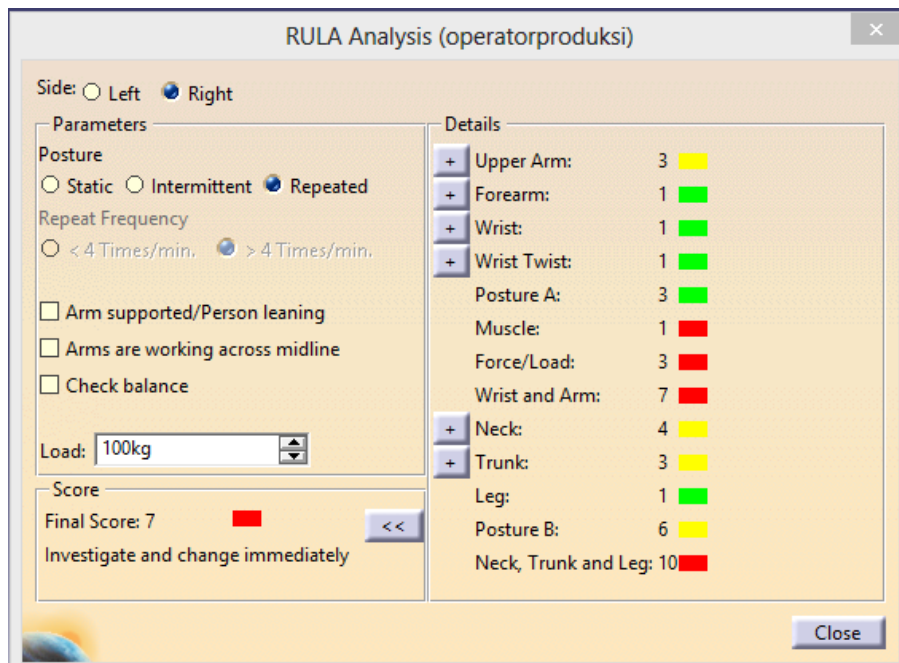
**Gambar 2. Posisi Mendorong Krat Pegawai Produksi**

Dari postur tersebut dilakukan analisis RULA menggunakan Software CATIA, dan menggunakan beban rata-rata krat yang didorong, yaitu 100.04kg





Gambar 3. Analisis Postur Pegawai Produksi Mendorong Krat Tanpa Trolley



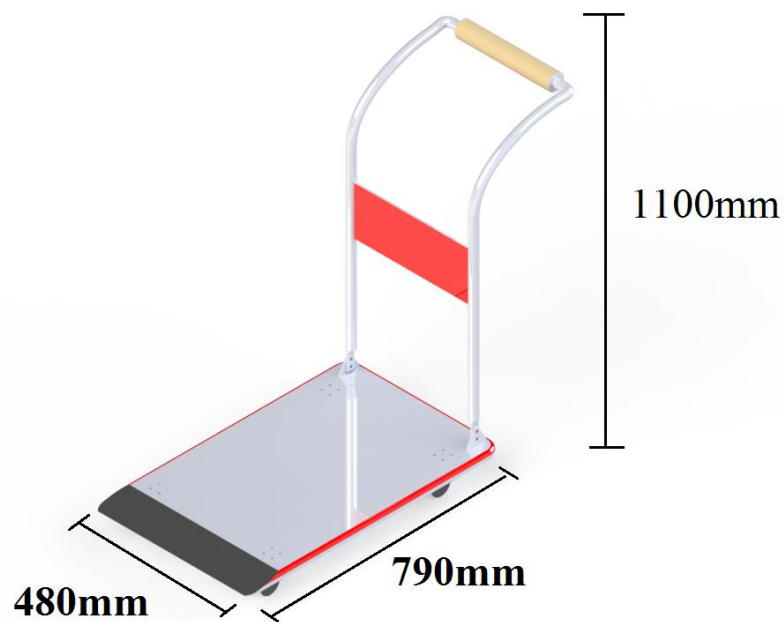
Gambar 4. Nilai RULA Postur Mendorong Tanpa Trolley

Pada gambar 4 diperlihatkan nilai RULA dengan *final score* 7 dan indikator berwarna merah. Nilai tersebut adalah nilai yang buruk untuk sebuah postur, wajib dilakukan perbaikan postur agar beban tubuh yang diterima tidak terlalu besar dan menimbulkan kelelahan otot yang berdampak pada penyakit di lingkungan kerja.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Desain Trolley yang disesuaikan dengan Kebutuhan dan Antropometri

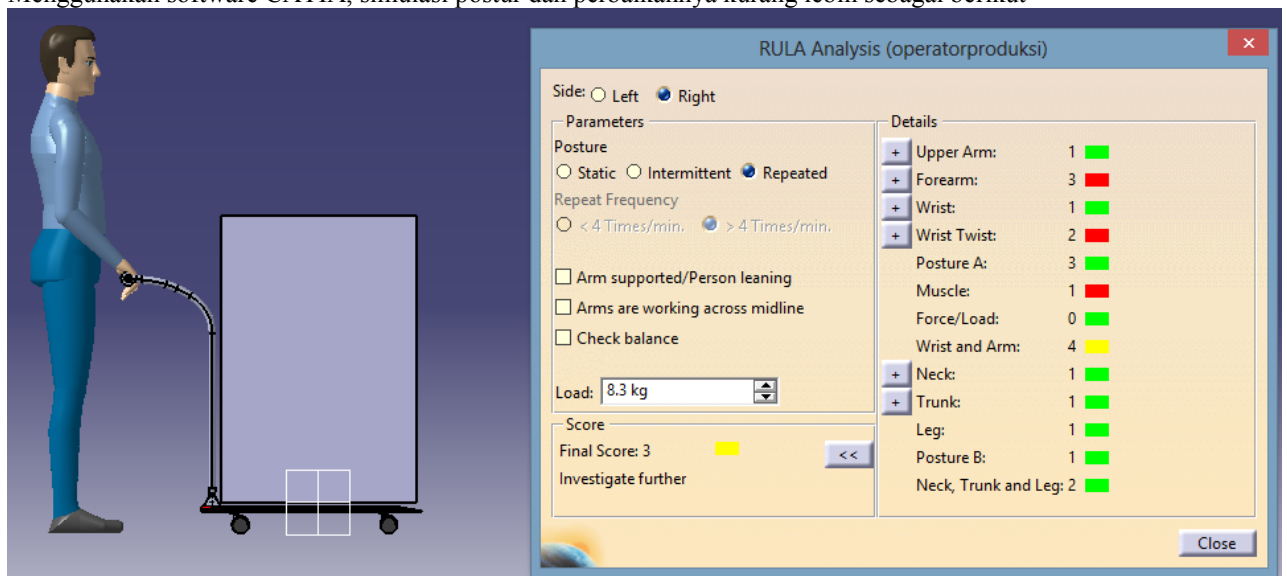
Berikut ini adalah hasil gambar *render trolley* yang ukurannya sudah disesuaikan dengan kebutuhan pada lantai produksi dan sesuai dengan antropometri orang Indonesia.



Gambar 5. Desain Prototype Trolley Lantai Produksi

### 3.2 Analisis postur pegawai menggunakan *trolley*

Dengan dibuatnya *trolley* sebagai alat bantu untuk pegawai di lantai produksi, maka postur penggunaan *trolley* pun akan berbeda dibandingkan dengan postur mendorong krat secara manual. Menggunakan software CATIA, simulasi postur dan perbaikannya kurang lebih sebagai berikut



Gambar 6. Analisa Postur dengan Menggunakan Trolley

**Gambar 7. Nilai RULA untuk Postur Menggunakan Trolley**

Pada gambar 7 diperlihatkan sudah banyak perbaikan nilai dibandingkan tanpa menggunakan trolley. *Final Score* yang diperlihatkan sudah turun menjadi 3 dan indikator menjadi kuning, yang menandakan bahwa perbaikan postur berhasil. Lalu detail dari bagian-bagian tubuh juga sudah menunjukkan banyak indikator yang berwarna hijau, yang menandakan bahwa postur sudah baik.

### 3.3 Analisis perbandingan efisiensi

Selanjutnya mengenai efisiensi dari penggunaan trolley dan tanpa trolley. Analisis yang dilakukan adalah analisis gaya yang dikeluarkan dari tiap metode yang digunakan.

- Analisis gaya pada pegawai yang mendorong krat secara manual

Pada saat pegawai mendorong krat secara manual, krat dapat bergerak melalui gaya gesek yang terjadi antara krat dengan lantai. Gaya gesek tersebut adalah gaya gesek statis untuk menggerakkan krat dari posisi statis ke posisi bergerak, dan gaya gesek kinetis atau dinamis untuk menggerakkan krat dan berpindah posisi. Dengan nilai massa yang digunakan adalah nilai rata-rata berat krat yaitu 100kg, dan nilai percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , jadi nilai gaya gesek statis dan kinetis dari mendorong krat secara manual tanpa trolley adalah masing-masing 400 dan 200 Newton.

- Analisis gaya pada pegawai yang mendorong krat menggunakan trolley

Gaya yang diperlukan pegawai saat mendorong krat menggunakan trolley adalah gaya gesek bergulir, yaitu gaya gesek yang terjadi antara benda yang dapat berputar, dalam kasus trolley ini adalah roda trolley, dengan bidang lantai di bawahnya. Nilai massa di sini ditambahkan dengan berat trolley yang memiliki perkiraan berat sebesar 10 kg. Dihasilkan nilai gaya gesek bergulir yang diperlukan untuk menggerakkan krat adalah 16.5 Newton.

- Perbandingan efisiensi dari gaya (*force*) yang dikeluarkan

Dari perhitungan gaya yang dikeluarkan pada poin sebelumnya, perbandingan dilakukan pada gaya gerak dinamis. Karena pada perhitungan gaya gesek bergulir, nilai gaya statisnya mendekati

0, nilai gaya statis tersebut dapat diabaikan. Maka perbandingan gaya dilakukan pada gaya dinamis, dengan nilai sebagai berikut.

Perbandingan efisiensi gaya dinamis

= Gaya gesek dinamis / Gaya gesek bergulir

= 200 Newton / 16.5 Newton

= **12.12**

Dari nilai perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwa gaya yang dikeluarkan untuk sebuah dorongan manual tanpa *trolley* bisa untuk mendorong *trolley* sebanyak 12 kali. Maka efisiensi tenaga atau penghematan tenaga yang digunakan untuk mendorong *trolley* tercapai

#### 4. Kesimpulan

Desain alat bantu atau *trolley* pada penelitian ini telah memperhatikan faktor antropometri pekerja atau pegawai lantai produksi yang terlibat dan tetap menyesuaikan dengan memperhatikan fasilitas dan luas area lantai produksi. Penggunaan *trolley* mengakibatkan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan tenaga secara manual. Tenaga yang dikeluarkan untuk mendorong satu tumpuk krat secara manual dapat digunakan untuk beberapa kali mendorong dengan menggunakan *trolley*. Berdasarkan analisis perbandingan gaya, penggunaan *trolley* lebih menguntungkan karena postur penggunaan *trolley* ini menjauhkan pegawai produksi dari resiko kecelakaan dan sakit saat bekerja.

Pada penelitian ini, masih belum dilakukan analisa kopling gaya pada tangan terhadap objek yang dipegang, dan analisa pada *trolley* terbatas pada analisa gaya gesek dan belum dilakukan analisa lain yang terkait, menjadikan salah satu komponen kekurangan pembahasan pada makalah penelitian ini. Saran pada penelitian selanjutnya, dianjurkan menggunakan metode lain yang relevan agar analisa efisiensi pada penggunaan *trolley* lebih akurat dan penggunaan software bantu lain untuk membantu analisis postur sangat dianjurkan.

#### Daftar Pustaka

- Ayoub, M. M. and Dampsey, P. G. (1999). *The Psychophysical Approach to Material Handling Task Design. Ergonomic* Vol. 42. No. 1, pp: 17 – 31.
- Chen, J. D., Falkmer, T., Parsons, R., Buzzard, J., & Ciccarelli, M. (2014). Impact of experience when using the Rapid Upper Limb Assessment to assess postural risk in children using information and communication technologies. *Applied Ergonomics*, 45(3), 398–405.  
<http://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.05.004>
- Deros, B., Darina, D., Daruis, I., & Mohamed, I. (2015). A Study on Ergonomic Awareness among Workers Performing Manual Material Handling Activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1666–1673. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.238>
- Dockrell, S., Grady, E. O., Bennett, K., Mullarkey, C., Connell, R. M., Ruddy, R., ... Flannery, C. (2012). An investigation of the reliability of Rapid Upper Limb Assessment ( RULA ) as a method of assessment of children ' s computing posture. *Applied Ergonomics*, 43(3), 632–636.  
<http://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.09.009>
- Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4th ed. Taylor and Francis Inc. London.
- Kushwaha, D. K., & Kane, P. V. (2016). Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in steel industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52, 29–39.  
<http://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.08.003>
- Manghisi, V. M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Bevilacqua, V., Trotta, G. F., & Monno, G. (2017). Real time RULA assessment using Kinect v2 sensor. *Applied Ergonomics*, 1–11.  
<http://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.015>
- Massacesi, M., Pagnotta, A., Soccetti, A., Masali, M., Masiero, C., & Greco, F. (2003). Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied Ergonomics*, 34, 303–307.  
[http://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00052-8](http://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00052-8)
- Nurmianto, Eko. (2004). *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Guna Widya. Surabaya.
- Rivero, L. C., Rodríguez, R. G., Pérez, M. D. R., Mar, C., & Juarez, Z. (2015). Fuzzy logic and RULA method for assessing the risk of working. *Procedia Manufacturing*, 3, 4816–4822.  
<http://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.591>

## **ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KERTAS DUPLEX 120 GRAM DENGAN METODE MIN-MAX SYSTEM DI PT. JAYA AFLAHA, BATAM**

**Della M. Putri<sup>1</sup>, M. Mujiya Ulkhaq<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052

E-mail: dellamustikaputri20@gmail.com<sup>1</sup>, ulkhaq@live.undip.ac.id<sup>2</sup>

### **ABSTRAK**

PT. Jaya Aflaha pernah mengalami kehabisan bahan baku kertas duplex 120 gram yang merupakan bahan baku kotak makanan sehingga menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan dari konsumen. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya berupa profit, akan tetapi juga menurunnya tingkat loyalitas konsumen terhadap perusahaan. Banyaknya permintaan yang datang membuat perusahaan terus termotivasi melakukan yang terbaik agar permintaan selalu dapat terpenuhi. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan terhadap manajemen pengadaan persediaan bahan baku duplex 120 gram untuk meminimasi atau bahkan menghilangkan peluang terjadinya kehabisan stock (stockout) bahan baku. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merencanakan pengendalian persediaan adalah Min-Max System. Min-Max System memiliki sistem kerja dengan menetapkan batas maksimum dan batas minimum persediaan yang diizinkan untuk disimpan di dalam gudang perusahaan. Metode ini dipilih karena fluktuasi demand yang terjadi di PT. Jaya Aflaha tidak terlalu signifikan. Min-Max System juga akan menentukan nilai safety stock (persediaan pengaman) bahan baku. Total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam setahun dengan Min-Max System adalah sebesar Rp 680.572,77 sedangkan total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dengan kebijakan saat ini adalah Rp 2.196.081,763. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kebijakan Min-Max System dapat menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp 1.515.508,99.

**Kata Kunci:** stockout; manajemen pengendalian inventori; Min-Max System

### **PENDAHULUAN**

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang di dunia saat ini sedang giat melakukan usaha untuk memperkuat sektor industrinya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik mengenai realisasi investasi penanaman modal luar negeri di Indonesia cenderung mengalami peningkatan (BPS, 2016). Banyak investor asing yang berinvestasi untuk industri skala besar, contohnya pendirian perusahaan-perusahaan swasta yang dipimpinnya langsung berasal dari perusahaan induk yang berada di luar negeri. Perusahaan swasta asing memang banyak memberikan kesempatan bagi masyarakat untuk mendapatkan lapangan pekerjaan. Namun semakin banyak perusahaan asing yang beroperasi di Indonesia maka muncullah ketergantungan negara kita pada investor tersebut. Ketika terjadi ketidakstabilan perekonomian, sosial, dan keamanan di Indonesia maka bisa saja perusahaan swasta tersebut gulung tikar. Dampaknya angka pengangguran akan meningkat tajam.

Saat ini pemerintah sedang melakukan usaha untuk meningkatkan wirausaha seperti UD, UKM, CV, Perseroan Terbuka, dan jenis-jenis usaha lainnya yang didirikan oleh warga negara Indonesia sendiri. Banyak sektor industri yang dapat dikembangkan oleh investor-investor dalam negeri dengan memanfaatkan sumber daya alam dan manusia dari daerah sekitar. Pasar potensial yang bisa dijadikan target sasaran masih terbuka luas. Pemerintah juga menyediakan fasilitas peminjaman modal bagi masyarakat yang memiliki ide dan keinginan untuk membangun suatu badan usaha dengan syarat dan ketentuan yang berlaku.

PT. Jaya Aflaha merupakan salah satu badan usaha yang pendiriannya didasarkan oleh inisiatif pemilik yang sebelumnya bekerja sebagai karyawan di perusahaan swasta asing. Pemilik melihat peluang yang besar untuk membangun industri di Batam. PT. Jaya Aflaha didirikan untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan akan barang-barang cetakan yang selalu diperlukan oleh instansi-instansi pemerintah ataupun swasta dan masyarakat umum yang jumlahnya relatif banyak. Saat ini PT. Jaya Aflaha sudah memiliki kurang lebih lima puluh orang konsumen tetap yang memesan berbagai macam produk cetakan seperti nota, buku, kotak makanan, map, *paper bag*, buku agenda, dan lain sebagainya.

Banyaknya permintaan yang datang membuat perusahaan terus termotivasi melakukan yang terbaik agar permintaan selalu dapat terpenuhi. Dalam rangka memenuhi semua permintaan yang datang maka yang menjadi kunci utama adalah terjaminnya keberlangsungan proses produksi di perusahaan. Untuk dapat melaksanakan proses produksi, seorang produsen tentu membutuhkan ketersediaan faktor-faktor produksi dan bahan baku (*input*) sebagai bahan pembuat produknya. Faktor-faktor produksi tersebut diantaranya sumber daya alam, sumber daya manusia, sumber daya modal, dan kewirausahaan (Gilarso, 2004). Persediaan bahan baku merupakan salah satu faktor terpenting dari terjaminnya keberlangsungan proses produksi. Apabila bahan baku tidak tersedia maka perusahaan tidak dapat melakukan proses produksi sehingga tidak mampu memenuhi permintaan yang datang. Apabila persediaan bahan baku terlalu besar maka keuntungan perusahaan akan menurun. Hal tersebut disebabkan oleh beban biaya yang ditanggung perusahaan untuk pengadaan bahan baku (termasuk ke dalamnya biaya simpan dan biaya simpan).

Dalam kurun waktu satu tahun (Juli 2015–Juni 2016), perusahaan pernah mengalami kehabisan stok bahan baku duplex 120 gram untuk membuat kotak makanan pada triwulan Juli–September 2015. Kehabisan stok mengakibatkan perusahaan tidak dapat memproses pesanan yang datang sehingga konsumen tidak bisa mendapatkan barang yang diinginkan. Kelebihan stok mengakibatkan bertambahnya biaya simpan di gudang dan *turnover ratio* yang lama. Oleh karena itu diperlukan adanya manajemen persediaan bahan baku untuk menentukan kebijakan persediaan bahan baku yang optimal. Dalam kasus ini, penulis menggunakan metode *Min-Max System* dengan cara kerja apabila persediaan telah melewati batas-batas minimum dan mendekati batas *safety stock* maka *re-order* harus dilakukan. Metode ini dipilih karena sesuai dengan kasus di PT. Jaya Aflaha yang fluktuasi *demand*-nya tidak terlalu signifikan dan dapat dengan mudah dipahami dalam pengaplikasiannya. Dengan metode *Min-Max System* juga akan ditentukan nilai *safety stock* (persediaan pengaman) sebagai langkah antisipasi jika terdapat peningkatan *demand* secara mendadak.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Persediaan

Persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari peralatan atau mesin. Persediaan dapat berupa bahan mentah, bahan pembantu, bahan dalam proses, barang jadi, ataupun suku cadang. Bisa dikatakan persediaan hanyalah suatu sumber dana menganggur, karena sebelum persediaan digunakan berarti dana terikat di dalamnya tidak dapat digunakan untuk keperluan lain (Herjanto, 2007).

Persediaan mempunyai peran penting dalam kelangsungan proses produksi di sebuah perusahaan. Fungsi persediaan dalam memenuhi kebutuhan perusahaan adalah sebagai berikut (Assauri, 2004):

- Menghilangkan risiko keterlambatan pengiriman barang
- Menghilangkan risiko jika material yang dipesan tidak baik sehingga harus dikembalikan.
- Menghilangkan risiko kenaikan harga barang/inflasi.
- Menghilangkan risiko kesulitan bahan yang tidak tersedia di pasaran (bahan musiman).
- Mendapatkan keuntungan dari potongan kuantitas.
- Memberikan pelayanan kepada langganan.

Setiap perusahaan memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam melaksanakan industrinya. Fungsi pengendalian persediaan sangat penting dilakukan karena persediaan fisik banyak melibatkan investasi biaya yang besar. Bila perusahaan menanamkan terlalu banyak dananya dalam persediaan maka menyebabkan biaya penyimpanan yang berlebihan. Bila perusahaan tidak mempunyai persediaan yang mencukupi maka dapat mengakibatkan biaya-biaya dari terjadinya kekurangan bahan baku.

Untuk itu perlu dilakukan pengendalian persediaan berdasarkan data permintaan konsumen agar diperoleh optimasi persediaan bahan baku di gudang sehingga tidak terjadi kekurangan bahan baku (*stock out*) ataupun kelebihan bahan baku yang berpengaruh pada kepuasan *customer* serta *cost* yang dibebankan oleh perusahaan pada setiap tahunnya. Dengan pertimbangan tersebut maka perusahaan perlu untuk merencanakan dan mengendalikan persediaan pada tingkat yang optimal. Kriteria optimal adalah minimasi keseluruhan biaya yang terkait dengan semua konsekuensi kebijakan persediaan.

### *Min-Max System*

Metode *Min-Max System* ini digunakan dengan cara kerja apabila persediaan telah melewati batas-batas minimum dan mendekati batas *safety stock* maka *re-order* harus dilakukan. Jadi batas minimum *stock* merupakan batas *re-order level*. Batas maksimum adalah batas kesediaan perusahaan atau manajemen untuk menginvestasikan uangnya dalam bentuk persediaan bahan baku. Jadi dalam hal ini

yang terpenting adalah batas minimum dan maximum untuk dapat menentukan *order quantity*. Konsep *Min-Max* ini dikembangkan berdasarkan suatu pemikiran sederhana sebagai berikut (Indrajit, 2004):

- a) Untuk menjaga kelangsungan beroperasinya suatu pabrik atau fasilitas lain, diperlukan bahwa beberapa jenis material tertentu dalam jumlah minimum tersedia di gudang, supaya sewaktu-waktu ada yang rusak, dapat langsung diganti.
- b) Tetapi material yang disimpan dalam persediaan tadi juga jangan terlalu banyak, ada maksimumnya, supaya biasanya tidak menjadi terlalu mahal.
- c) Keduanya sebetulnya mengikuti prinsip *inventory control* yaitu pengendalian tingkat persediaan sedemikian rupa sehingga setiap kali barang diperlukan, selalu tersedia, tetapi sekaligus juga harus menjaga agar tingkat persediaan seminimal mungkin, untuk menghindari investasi berupa biaya penyediaan yang besar.

Secara ideal, sebetulnya persediaan minimum seharusnya adalah nol dan persediaan maksimum adalah sebanyak yang secara ekonomis mencapai optimal, yaitu sesuai dengan perhitungan EOQ, yang sudah dijelaskan sebelumnya. Jadi, dapat dibayangkan bahwa persis pada waktu barang habis, pemesanan barang sejumlah yang paling ekonomis datang.

Dalam kenyataan tidaklah dapat menjamin bahwa perencanaan dapat secara sempurna terpenuhi. Ada kemungkinan pemakaian barang berubah dan meningkat secara mendadak, ada kemungkinan barang yang dipesan datang terlambat dan sebagainya. Oleh karena dalam menentukan minimum dan maksimum ini, sebaiknya tidak mengambil angka yang ekstrim tadi, tetapi ada faktor pengaman yang dapat dihitung berdasarkan pengalaman. Berdasarkan pemikiran tersebut, timbul formula *Min-Max System* untuk pengisian kembali persediaan, yaitu sebagai berikut.

- a) *Safety Stock (SS)*

Persediaan pengaman (*safety stock*) adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). *Service level* yang digunakan adalah 95% artinya permintaan konsumen dapat terpenuhi dengan probabilitas 95% dan probabilitas produk tidak dapat ditemui adalah sebesar 5% (King, 2011).

$$SS = \sigma_D \times Z \times \sqrt{L} \quad (1)$$

- b) *Minimum Stock*

*Minimum stock* adalah jumlah pemakaian selama waktu pesanan pembelian yang dihitung dari perkalian antara waktu pesanan (dalam bulan) dan pemakaian rata-rata dalam satu bulan ditambah dengan persediaan pengaman. Pada sistem *Min-Max Inventory Management*, *minimum stock* adalah batas dimana perusahaan harus melakukan pembelian bahan baku kembali (*Reorder Point*). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung minimum stock yaitu sebagai berikut (Indrajit, 2004):

$$Min Stock = DL + SS \quad (2)$$

- c) *Maximum Stock*

*Maximum stock* adalah jumlah maksimum yang diperbolehkan disimpan dalam persediaan, yaitu jumlah pemakaian selama 2 x waktu pesanan, yang dihitung dari perkalian antara 2 x waktu pesanan dan pemakaian rata-rata selama satu bulan (Indrajit, 2004).

$$Max Stock = 2DL + SS \quad (3)$$

- d) *Order Quantity*

Ukuran pemesanan (Q) adalah jumlah yang perlu dipesan untuk pengisian persediaan kembali. Setiap kali persediaan mencapai titik atau persediaan minimum maka harus dilakukan pemesanan kembali yang jumlahnya sebesar ukuran pemesanan (Indrajit, 2004).

$$Q = Max Stock - Min Stock \quad (4)$$

- e) Banyak Pemesanan (m)

Banyak pemesanan adalah jumlah pemesanan optimal yang harus dilakukan selama periode satu tahun oleh suatu perusahaan .

$$m = D/Q \quad (5)$$

- f) *Average Inventory Level (I)*

Rata-rata tingkat persediaan yang akan disimpan di gudang perusahaan tiap periodenya (Fithri & Sindikia, 2014).

$$I = SS + Q/2 \quad (6)$$

g) *Turnover Ratio*

*Turnover ratio* (TOR) adalah pengukuran kecepatan perputaran inventori. Perhitungan TOR dilakukan untuk mengetahui apakah pengelolaan persediaan telah dilakukan dengan baik atau tidak. Semakin tinggi pergantian persediaan maka semakin tinggi biaya yang dapat dihemat sehingga laba perusahaan meningkat (Fithri & Sindikia, 2014).

$$TOR = D/I \quad (7)$$

h) *Total Inventory Cost*

*Total cost* adalah total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam rangka pengadaan bahan baku selama kurun waktu satu tahun.

$$TC (Min-Max) = (D/Q) C_o + C_c D \quad (8)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada bagian pengadaan barang di PT. Jaya Aflaha dengan melakukan observasi dan wawancara secara langsung dengan pemilik perusahaan. Penelitian ini fokus pada pengadaan bahan baku kotak makanan yaitu kertas duplex 120 gram. Kotak makanan dipilih sebagai objek penelitian karena produk ini merupakan produk unggulan dari PT Jaya Aflaha. PT Jaya Aflaha menetapkan kebijakan pemesanan bahan baku setiap 3 bulan sekali (setiap triwulan). *Leadtime* dari mulai pemesanan sampai datangnya bahan baku duplex 120 gram membutuhkan waktu sekitar 20 hari. Berikut ini adalah data penerimaan, permintaan, dan sisa stok bahan baku yang ada di PT Jaya Aflaha periode Juli 2015 sampai Juni 2016.

**Tabel 1. Permintaan dan Sisa Stok Bahan Baku Duplex 120 gram Periode Juli 2015 – Juni 2016**

No	Periode	Stok Bahan Baku Duplex 120 gram				
		Sisa Lalu	Penerimaan	Permintaan per 3 bulan	Permintaan per Bulan	Sisa Sekarang
1	Juli 2015	0	2.000.000	2.039.524	620.156	-39.524
2	Agustus 2015				895.066	
3	September 2015				524.302	
4	Oktober 2015	0	1.896.000	1.894.940	662.870	1.060
5	November 2015				564.780	
6	Desember 2015				667.290	
7	Januari 2016	1.060	1.760.000	1.714.286	557.143	46.774
8	Februari 2016				565.714	
9	Maret 2016				591.429	
10	April 2016	46.774	2.192.000	2.190.708	667.974	48.066
11	Mei 2016				687.020	
12	Juni 2016				835.714	

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa PT. Jaya Aflaha pernah mengalami kehabisan stok (*stockout*) pada triwulan Juli-September 2015 yang berakibat tidak terpenuhinya *demand* yang datang dari konsumen. Perusahaan belum menerapkan kebijakan adanya *safety stock* untuk mengatasi adanya fluktuasi *demand* dan selama ini pembelian bahan baku hanya didasarkan pada intuisi pemilik perusahaan. Selain data *demand* selama kurun waktu satu tahun, dibutuhkan pula data biaya pesan dan biaya simpan yang terdiri dari beberapa sub komponen biaya lainnya.

Biaya pesan bahan baku adalah biaya yang dikeluarkan untuk memproses atau menempatkan pesanan ke *supplier*. Biaya pesan memiliki beberapa sub komponen biaya yaitu biaya komunikasi (telepon, fax, internet) dan biaya administrasi pemesanan.

**Tabel 2. Biaya pesan PT. Jaya Aflaha**

No	Jenis Biaya	Harga per sekali pesan
1	Biaya telepon	Rp 6.080
2	Biaya administrasi	Rp 5.500
Total biaya per sekali pesan		Rp 11.580



Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam rangka menyimpan bahan baku, *work in process*, ataupun barang jadi di gudang. Biaya simpan memiliki beberapa sub komponen biaya yaitu biaya administrasi gudang dan biaya listrik gudang.

**Tabel 3. Biaya simpan PT. Jaya Aflaha**

No	Jenis Biaya	Harga simpan per kardus per bulan
1	Biaya administrasi gudang	Rp 187,5
2	Biaya listrik gudang	Rp 312,5
3	Biaya pemeliharaan gudang	Rp 1.250
<b>Total biaya simpan per kardus per bulan</b>		<b>Rp 1.750</b>

*Min-Max System* adalah salah satu metode untuk pengendalian persediaan bahan baku. Cara kerja metode ini yaitu apabila persediaan telah melewati batas-batas minimum dan mendekati batas *safety stock*, maka *re-order* (pemesanan kembali) harus dilakukan. Jadi, batas *minimum stock* merupakan batas *re-order* level sedangkan batas *maximum stock* merupakan batas ketersediaan perusahaan untuk menginvestasikan uangnya dalam bentuk persediaan bahan baku. Batas minimum dan maksimum menentukan *order quantity* bahan baku.

**Tabel 4 Rata-Rata Dan Standar Deviasi Demand**

No	Periode	Permintaan per Bulan
1	Juli 2015	620.156
2	Agustus 2015	895.066
3	September 2015	524.302
4	Oktober 2015	662.870
5	November 2015	564.780
6	Desember 2015	667.290
7	Januari 2016	557.143
8	Februari 2016	565.714
9	Maret 2016	591.429
10	April 2016	667.974
11	Mei 2016	687.020
12	Juni 2016	835.714
<b>Total demand</b>		<b>8.495.945</b>
<b>Rata-rata demand</b>		<b>707.995</b>
<b>Standar deviasi</b>		<b>137.851</b>

Data diatas dapat diolah sehingga dapat menjadi suatu kebijakan optimal yang baru bagi perusahaan. Kebijakan yang baru akan meminimasi ongkos yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dan dapat mempermudah perusahaan dalam menentukan kapan harus melakukan pemesanan bahan baku kembali.

Pada tahap pengolahan data telah didapatkan beberapa informasi mengenai *safety stock*, *minimum stock* (titik ROP), *maximum stock* (Q), ukuran pemesanan, jumlah pemesanan, rata-rata tingkat persediaan, *turnover ratio*, dan total cost yang dibutuhkan untuk masing-masing kebijakan. Berikut adalah tabel perbandingan antara kebijakan perusahaan saat ini dan *Min-Max System*.

**Tabel 5. Perbandingan Kebijakan Perusahaan dan Metode Min-Max**

No	Parameter	Min-Max	Perusahaan
1	<i>Safety Stock</i>	182.696 unit	0
2	<i>Min Stock</i> (ROP)	639.467 unit	0
3	<i>Max Stock</i>	1.096.238 unit	0
4	Ukuran Pemesanan (Q)	456.771 unit	1.962.000 unit
5	Jumlah pemesanan dalam setahun	19	4
6	Rata-rata tingkat persediaan	228.386 unit	981.000 unit
7	<i>Turnover Ratio</i> (TOR)	20,67	8,66
8	TC	Rp 714.981,540	Rp 2.196.081,763

*Maximum stock* adalah batas maksimal diperbolehkannya menyimpan stok di gudang. Persamaan yang digunakan untuk mencari jumlah persediaan maksimum (*maximum stock*) adalah  $(2 \times DL) + SS$ . Namun belum diketahui apakah jumlah persediaan maksimum tersebut sudah menghasilkan total biaya semimumimum mungkin. Oleh karena itu diperlukan adanya analisis sensitivitas dengan cara mengubah pengali pada persamaan tersebut.

**Tabel 6. Analisis Sensitivitas *Maximum Stock***

Faktor Pengali	<i>Maximum Stock</i>	Q	Jumlah Pemesanan	Rata-Rata Tingkat Persediaan	Total Biaya
1.5	867852	228386	37	114193	Rp 680,572.77
2	1096238	456771	19	228386	Rp 714,981.54
2.5	1324624	685157	12	342578	Rp 892,982.31
3	1553009	913542	9	456771	Rp 1,106,881.08
4.5	2238166	1598699	5	799350	Rp 1,810,116.82
5	2466552	1827085	5	913542	Rp 2,052,221.16
5.5	2694937	2055471	4	1027735	Rp 2,296,034.93
6	2923323	2283856	4	1141928	Rp 2,541,045.30
7	3380094	2740627	3	1370314	Rp 3,033,459.24



**Gambar 1. Perbandingan Total Biaya dengan Perubahan Faktor Pengali**

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa semakin semakin besar faktor pengali yang digunakan maka semakin besar pula jumlah persediaan maksimum (*maximum stock*) yang harus disimpan di gudang perusahaan. Semakin besar jumlah persediaan maksimum (*maximum stock*) maka total biaya yang dibutuhkan akan semakin besar. Total biaya dengan faktor pengali 1,5 adalah total biaya yang paling rendah sehingga persediaan maksimum yang diizinkan untuk di simpan digudang adalah 867.852 unit atau sekitar 1.085 kardus duplex 120 gram. Berikut ini adalah tabel perbandingan kebijakan Min-Max yang paling optimal (dengan total biaya yang paling murah) dibandingkan dengan kebijakan perusahaan yang sedang berlaku saat ini.

**Tabel 7. Rekapitulasi Kebijakan Perusahaan dan Metode Min-Max**

No	Parameter	Min-Max	Perusahaan
1	Safety Stock	182.696 unit	0
2	Min Stock (ROP)	639.467 unit	0
3	Max Stock	867.852 unit	0
4	Ukuran Pemesanan (Q)	228.386 unit	1.962.000 unit
5	Jumlah pemesanan dalam setahun	37	4
6	Rata-rata tingkat persediaan	114.193 unit	981.000 unit
7	Turnover Ratio (TOR)	74	8,66

No	Parameter	Min-Max	Perusahaan
8	Total Cost (TC)	Rp 680.572,77	Rp2.196.081,763

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari laporan Kuliah Kerja Industri (KKI) yang berjudul *Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kertas Duplex 120 gram (Bahan Baku Kotak Makanan) dengan Metode Min-Max System di PT. Jaya Aflaha Batam* yaitu sebagai berikut.

1. Bahan baku yang digunakan untuk membuat kotak makanan adalah kertas duplex 120 gram. PT Jaya Aflaha mendapatkan pasokan kertas yang berasal dari salah satu supplier kertas di Batam. Leadtime yang dibutuhkan mulai dari proses awal pemesanan sampai bahan baku jadi memakan waktu kurang lebih 20 hari. PT Jaya Aflaha menetapkan kebijakan pemesanan bahan baku setiap 3 bulan sekali dengan ukuran pemesanan yang didasarkan pada intuisi pemilik perusahaan.
2. Data historis permintaan menunjukkan bahwa PT Jaya Aflaha pernah mengalami kehabisan stock (*stockout*) pada triwulan Juli-September 2015. Oleh karena itu, perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan yang datang. Pengendalian inventori penting untuk dilakukan agar ketersediaan bahan baku terus terjaga sehingga produksi dapat terus berjalan.
3. Pada tahap pengolahan data telah didapatkan beberapa informasi mengenai *safety stock*, *minimum stock* (titik ROP), *maximum stock*, ukuran pemesanan (Q), jumlah pemesanan, rata-rata tingkat persediaan, *turnover ratio*, dan *total cost* yang dibutuhkan untuk masing-masing kebijakan. Rekomendasi dengan *Min-Max System* adalah menggunakan kebijakan *safety stock* dengan tujuan agar dapat meredam fluktuasi *demand* dan didapatkan hasil sebesar 182.696 unit atau sekitar 228 kardus, *minimum stock* terletak pada ketika stock berjumlah 639.467 unit atau sekitar 799 kardus, jumlah *stock* maksimal yang diizinkan sebesar 867.852 unit atau sekitar 1.085 kardus, ukuran pemesanan (Q) optimal adalah 228.386 unit atau sekitar 286 kardus, dalam satu tahun perusahaan harus melakukan pemesanan sebanyak 37 kali, rata-rata tingkat persediaan sebesar 114.193 atau sekitar 143 kardus, dan *turnover ratio* sebesar 74,40.
4. Total biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing kebijakan dihitung dari pertambahan biaya simpan dan biaya pesan. Kebijakan perusahaan saat ini menghabiskan total biaya sebesar Rp 2.196.081,763 sedangkan untuk kebijakan menggunakan *Min-Max System* sebesar Rp 680.572,77. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dengan kebijakan *Min-Max System* dapat menghemat biaya sebesar Rp 1.515.508,99.
5. Perbedaan yang terjadi terlihat pada biaya simpan inventori di gudang. Kebijakan perusahaan saat ini menetapkan bahwa pemesanan dilakukan setiap 3 bulan sekali dengan ukuran pemesanan yang besar sehingga biaya simpan di gudang membengkak. Pada *Min-Max System* pemesanan dilakukan 37 kali dalam satu tahun dengan ukuran pemesanan yang lebih kecil sehingga biaya simpan di gudang menurun. Walaupun frekuensi pemesanan yang dilakukan dalam satu tahun untuk kebijakan *Min-Max System* lebih banyak namun tidak terlalu berpengaruh signifikan pada total biaya keseluruhan (TC) karena biaya pesan tidak terlalu tinggi. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan *Min-Max System* diterapkan di perusahaan agar dapat meminimasi total biaya (TC).

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- BPS (2016). *Realisasi Investasi Penanaman Modal Luar Negeri Menurut Provinsi Tahun 2006-2015*. Retrieved from Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1337>
- Fithri, P., & Sindikia, A. (2014). Pengendalian Persediaan Pozzolan di PT Semen Padang. *Optimasi Sistem Industri*, 665-686.
- Gilarso. (2004). *Pengantar Ilmu Ekonomi Makro*. Yogyakarta: Kanisius.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Indrajit, R.E. (2004). *Materials Requirement Planning Menuju Enterprise Resource Planning*. Jakarta: Aptikom. Retrieved from [www.scribd.com](http://www.scribd.com): <https://www.scribd.com/doc/73457609/Dari-MRP-Material-Requirement-Planning-Menuju-ERP-Enterprise-Resource-Planning>
- King, P.L. (2011). Understanding Safety Stock and Mastering Its Equations. *APICS Magazine - The Association for Operations Management*, 33-36.

## PERBAIKAN PRODUK FANTA SODA WATER 295 ML DENGAN PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN NEW SEVEN TOOLS

Rahmaningtyas Wiganingrum<sup>1</sup>, Singgih Saptadi<sup>2</sup>

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: [rahmawiga@gmail.com](mailto:rahmawiga@gmail.com)

### ABSTRAKS

PT. Coca Cola Amatil Indonesia (CCAI) Central Java sebagai salah satu perusahaan minuman terbesar di dunia berlokasi di Bawen, Kabupaten Semarang memiliki resiko produk defect. Produk defect ini dapat terjadi pada berbagai produk terutama pada produk Fanta Soda Water (SW) 295 ml. diproduksi oleh mesin yang paling tua di PT. CCAI, yang merupakan mesin penghasil produk hotfill dan coldfill sekaligus. Produk Fanta SW 295 ml memiliki rata-rata jumlah defect sebesar 0,6281%, melebihi standar jumlah defect yang ditetapkan, yaitu 0,5%. Untuk mengurangi masalah produk defect adalah dengan menganalisis pengendalian kualitas menggunakan peta kendali p dan new seven tools. Peta kendali p adalah peta kendali atribut yang merujuk pada karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak, sedangkan new seven tools merupakan alat bantu dalam eksplorasi kualitatif untuk mengetahui penyebab produk defect sehingga memberikan keuntungan bagi perusahaan (Shuai dan Kun, 2013). Dari pengamatan yang telah dilakukan, defect yang paling sering terjadi adalah akibat filling height sehingga perlu dilakukan perbaikan demi tercapainya produktivitas yang tinggi. Penulis memilih produk Fanta Soda Water (SW) 295 ml dengan defect akibat filling height. Terdapat beberapa usulan yaitu: (a) perbaikan kondisi mesin dengan mengoptimalkan kerja mesin EBI, (b) melakukan penjadwalan preventive maintenance dengan mengukur rata-rata waktu antar kerusakan.

**Kata kunci:** kualitas, new seven tools

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak perusahaan manufaktur industri minuman. Salah satunya adalah PT. Coca Cola Amatil Indonesia (CCAI) Central Java yang berlokasi di Jalan Soekarno-Hatta Km.30 Ungaran yang tentunya memiliki resiko produk defect. Produk defect ini dapat terjadi pada berbagai produk terutama pada produk Fanta Soda Water (SW) 295 ml. Produk tersebut menggunakan mesin multitasker (menghasilkan proses hotfill dan coldfill) dan mesin paling tua di antara mesin lainnya.

Produk defect dapat mengurangi kualitas produk perusahaan, citra perusahaan turun, dan berbagai kerugian besar yang lain. Produk defect harus ditindaklanjuti untuk menghindari dan menghilangkan masalah yang timbul baik mengenai proses produksi, perusahaan, dan pekerja secara langsung maupun tidak langsung. Jumlah defect produk Fanta SW 295 ml pada bulan Januari 2017 adalah sebesar 645,66 case dari total produk yang diproduksi sebesar 102.792 case sehingga presentase defect produk tersebut adalah 0,6281%.

Hal yang dilakukan untuk mengurangi bahkan menghilangkan masalah produk defect adalah dengan melakukan analisis pengendalian kualitas yang timbul pada produksi Fanta SW 295 ml. Tools yang digunakan adalah peta kendali dan new seven tools. Peta kendali merupakan grafik yang mencantumkan batas maksimum dan minimum daerah pengendalian. Peta kendali dapat diterapkan untuk menetapkan apakah setiap titik pada grafik normal atau tidak normal dan dapat mengetahui perubahan dalam proses dari mana data dikumpulkan. New seven tools merupakan alat bantu dalam eksplorasi kualitatif (Shuai dan Kun, 2013). Alat tersebut membantu mengetahui penyebab produk defect sehingga memberikan keuntungan bagi perusahaan, seperti produktivitas di perusahaan semakin meningkat dan seluruh kegiatan di perusahaan menjadi efektif dan efisien.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan di PT CCAI Central Java ini yaitu: (1) Menganalisa faktor-faktor penyebab produk defect. (2) Menganalisa hasil SPC (Statistical Process Control) berdasarkan data jumlah defect keseluruhan dari kategori produk defect pada Fanta SW 295 ml. (3) Memberikan usulan perbaikan agar proses pengendalian kualitas produk dapat berjalan dengan baik.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Crosby (1979), kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas jika sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan (bahan baku, proses produksi, dan produk jadi). Pengendalian kualitas merupakan

kegiatan yang erat hubungannya dengan proses produksi. Pengertian pengendalian menurut Sofyan Assauri (1998:25) yaitu aktifitas untuk menjamin supaya kegiatan produksi dan operasi yang dilakukan sesuai dengan yang direncanakan. Jika terjadi penyimpangan, dapat dikoreksi sehingga dapat mencapai apa yang diharapkan. Menurut Sofyan Assauri (1998:210), pengendalian kualitas merupakan usaha mempertahankan kualitas barang yang diproduksi supaya sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan berdasarkan pimpinan perusahaan. Dalam pengendalian kualitas ini dilakukan pemeriksaan atau pengujian atas kualitas yang dimiliki produk guna penilaian atas kemampuan proses produksi yang dikaitkan dengan standar spesifikasi produk. Kemudian dengan analisis akan didapatkan sebab terjadinya penyimpangan sebagai dasar untuk mengambil tindakan perbaikan atau pencegahan.

*Statistical Process Control (SPC)* menurut Montgomery (1996) memiliki definisi sebuah proses untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan ketika sebuah produk atau jasa diproduksi. Salah satu SPC adalah peta kendali. Peta kendali adalah perangkat untuk memonitor proses sehingga variasi proses dapat dikendalikan secara statistik. Berdasarkan jenis data karakteristik kualitas yang akan dikendalikan, peta kendali dapat dibagi menjadi peta kendali variabel dan atribut. Peta kendali variabel dibagi menjadi peta  $\bar{X}$ -MR, peta  $\bar{x} - R$ , dan  $\bar{x} - S$ . Peta kendali atribut dibagi menjadi peta p, np, u, dan c. Peta kendali variabel adalah peta yang digunakan jika karakteristik kualitas yang dikendalikan diperoleh melalui pengukuran dan memiliki data kontinu. Peta kendali atribut digunakan jika data hanya memiliki dua karakteristik, yaitu memenuhi atau tidak memenuhi spesifikasinya (Gazperz, 1998). Peta kendali P adalah salah satu peta kendali atribut yang merujuk pada karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Peta kendali atribut digunakan untuk mengukur data yang bersifat atribut. Pengendalian data yang bersifat atribut dilakukan apabila pengukuran tidak mungkin dilakukan, contohnya inspeksi secara visual seperti penentuan cacat warna, goresan, dan sebagainya atau bila pengukuran tidak dilakukan karena keterbatasan waktu, biaya, atau keperluan lainnya.

Pengendalian kualitas tidak selalu dapat diidentifikasi menggunakan data numerik. Menurut Surya P. (2015), dalam pengendalian kualitas, dikenal adanya metode pengendalian kualitas secara kualitatif, yaitu *New Seven tools* atau *Manajemen Planning* yang merupakan alat bantu statistik menengah untuk mengolah data verbal atau kualitatif yang penerapannya untuk pendekatan pemecahan masalah dengan data kualitatif melalui wawancara, diskusi, *brainstroming*, dan lain-lain serta pendekatan pemecahan masalah melalui pengalaman dan logika. Tujuan *new seven tools* adalah untuk mengembangkan teknik pengendalian kualitas menggunakan pendekatan desain (Ansori & Agustina, 2012).

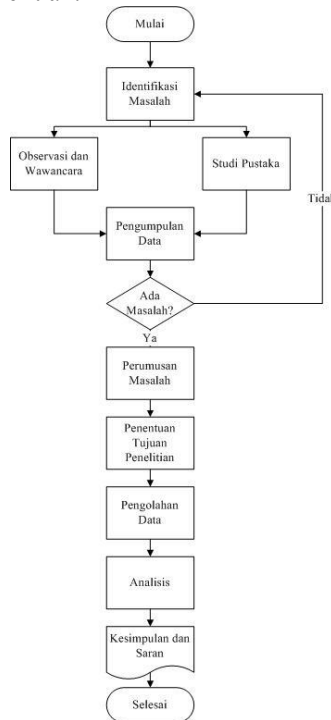
Menurut Susanto & Edi (2006), alat bantu yang digunakan adalah *the new seven quality control tools*, yaitu Diagram Affinity, Diagram Interrelationship (Diagram Keterkaitan), Diagram Tree (Diagram Pohon), Prioritization Grid, Matrix Diagram (Diagram Matrix), Process Decision Program Chart (PDPC), Activity Network Diagrams (Diagram Kegiatan Jaringan).

Diagram afinitas digunakan untuk mengelompokkan permasalahan sehingga mudah melihat gambaran keseluruhan permasalahan dan detailnya (Faizal dkk, 2015). Diagram *interrelationship* adalah diagram yang menggambarkan hubungan antara penyebab dan dampak masalah (Shuai & Kun, 2013). Diagram pohon berguna untuk memetakan seluruh kegiatan atau arah untuk menelusuri langkah dan rencana mencapai target dan tujuan. Diagram pohon mengidentifikasi penyebab masalah lebih terperinci ke dalam sub-sub komponen dan mengembangkan strategi sistematis secara bertahap untuk mendapatkan solusi masalah. Masalah dapat dilihat dengan lebih rapi dan terstruktur sehingga penyebab masalah dapat dianalisa dan diidentifikasi dengan mudah. *Activity network diagram* berguna untuk merencanakan jadwal aktifitas yang melibatkan sejumlah besar aktifitas secara grafis dan mengontrol pelaksanaannya sehingga mengurangi kecacatan proses produksi. Diagram tersebut bertujuan untuk menggambarkan tahap-tahap proses untuk melengkapi suatu proses. PDPC berfungsi untuk memetakan kemungkinan terjadinya aktifitas ketika mencoba menyelesaikan masalah (*risk from problem to solution*). Masalah dapat dilihat dengan lebih rapi dan terstruktur sehingga penyebab masalah dapat dianalisa dan diidentifikasi dengan mudah (Faizal dkk, 2015).

Kelebihan metode *new seven tools* yaitu adanya penyatuan pendapat dari pihak yang berkaitan langsung dengan kualitas produk kemudian dibahas bersama untuk mengeliminasi kesalahan dan kelalaian ketika produksi yang dapat menurunkan kualitas produk (Faizal dkk, 2015).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di PT CCAI Central Java pada 3 Januari 2017 – 31 Januari 2017. Berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian:



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

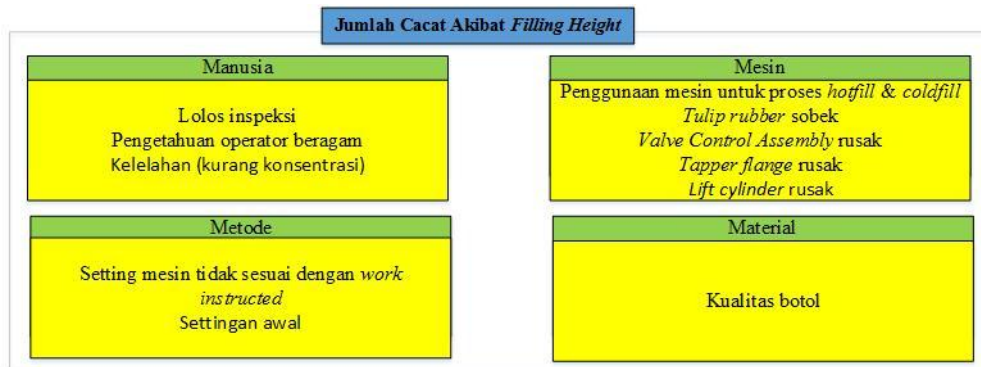
## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hanya dilakukan di bagian produksi pada produk Fanta SW 295 ml. Berikut ini adalah data produk *defect* produk Fanta SW 295 ml di PT. CCAI Central Java pada Januari 2017:

Tabel 4. Data Produk Defect Fanta SW 295 ml PT. CCAI Central Java bulan Januari 2017:

Tanggal	Jumlah Produksi (cs)	Jenis Defect					Total Defect (cs)	Presentase Produk Defect
		<i>Out of Spec</i> (cs)	<i>Filling Height</i> (cs)	<i>No Crown</i> (cs)	<i>Breakage Full</i> (cs)	<i>Dirty Bottle of Full</i> (cs)		
02-Jan	6858	0	36	10	2	2	50	7,74%
04-Jan	5724	0	15,05	2	0,16	0,15	18,12	2,81%
08-Jan	7992	0	16,08	0,08	0,05	2,04	19,01	2,94%
09-Jan	6861	0	50	8	1	1	60	9,29%
12-Jan	9126	0	10,11	4,1	6,14	1,06	22,17	3,43%
15-Jan	7938	0	43,05	5,06	1,02	0,21	50,1	7,76%
17-Jan	9072	0	40	10	3	2	55	8,52%
19-Jan	9126	0	72,12	0,1	0,21	0,16	74,11	11,48%
22-Jan	9126	0	38,02	0,22	2,04	1,02	42,06	6,51%
24-Jan	10334	0	70	20	2	1	93	14,40%
27-Jan	5744	0	40	10	1	1	52	8,05%
29-Jan	9126	0	51,04	0,17	2,04	0,08	54,09	8,38%
30-Jan	5765	0	47	7	1	1	56	8,67%
TOTAL	102792	0	528,47	76,73	21,66	12,72	645,66	

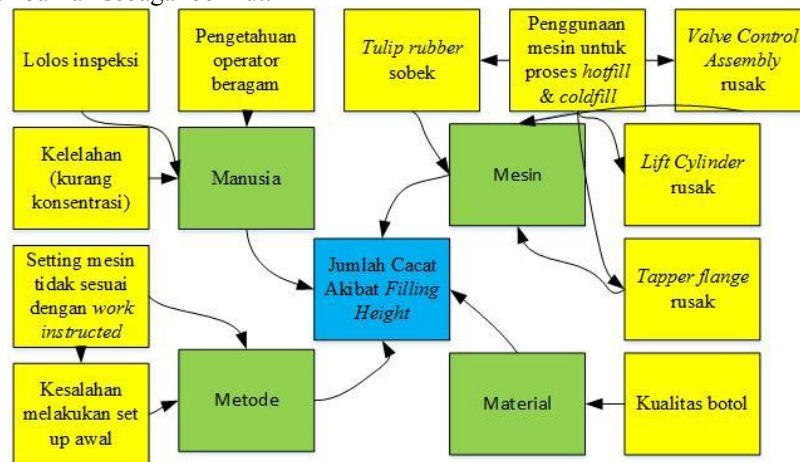
Diagram afinitas digunakan untuk menguraikan masalah tingginya jumlah produk *defect* akibat *filling height* menjadi kelompok penyebab yang lebih sempit yang akan mempermudah untuk memahami seluruh permasalahan. Berikut diagram afinitas masalah tingginya jumlah produk *defect* akibat *filling height*:



**Gambar 2. Diagram Afinitas Jumlah Produk Defect Akibat Filling Height**

Dari gambar di atas diketahui bahwa penyebab terjadinya *defect* yaitu kondisi manusia, mesin, metode, dan material dengan masing-masing mempunyai variabel seperti dalam gambar tersebut. Variabel-variabel tersebut selanjutnya akan dicari hubungannya antara satu variabel dengan yang lainnya.

*Interrelationship diagram* yang menunjukkan hubungan antar variabel penyebab terjadinya kecacatan digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 3. Interrelationship Diagram**

Dari diagram di atas, terdapat beberapa variabel yang berkaitan dengan penyebab-penyebab produk *defect*. Anak panah pada diagram tersebut menunjukkan sebab akibat dari variabel. Panah berarah dari penyebab menuju ke akibatnya. Sebagai contoh kurangnya pemeliharaan mesin yang baik mengakibatkan mesin sering mengalami *breakdown*. *Interrelationship Diagram* di atas menunjukkan bahwa penggunaan mesin untuk proses *hotfill* dan *coldfill* merupakan variabel yang disinyalir menjadi akar penyebab dari produk *defect*. Hal ini terlihat dari jumlah anak panah keluar terbanyak dibandingkan dengan variabel yang lain, sehingga dapat diketahui bahwa variabel inilah yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan adanya perbaikan.

*Tree diagram* digunakan untuk memecahkan suatu konsep atau aktivitas lebih terperinci ke dalam sub komponen atau tingkat yang lebih rendah dan terperinci lagi. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan pihak *supervisor* di bagian produksi, didapatkan beberapa informasi mengenai beberapa alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi angka produk *defect*. Berikut ini adalah gambar *tree diagram* terkait dengan beberapa alternatif pencapaian yang dapat dilakukan untuk mengurangi produk *defect* untuk setiap alternatif berdasarkan levelnya.





Gambar 4. Tree Diagram

Untuk mengetahui departemen apa saja yang bertanggung jawab terkait dengan terjadinya produk defect, yang meliputi perbaikan manusia, mesin, metode, dan material dituangkan dalam *matrix diagram* berikut.

Tabel 2. Matrix Diagram

Task Responsibility	Perbaikan Manusia	Perbaikan Mesin	Perbaikan Metode	Perbaikan Material	Total
Departemen Maintenance	▲	▲	▼	●	21
Departemen Production	▲	▲	▲	▲	36
Departemen Logistik	●	●	▲	▲	20

Keterangan:

High (9) [Prime Responsibility] ▲

Medium (2) [Secondary Responsibility] ▲

Low (1) [Kept Informed] ●

Dari tabel di atas terlihat penggunaan mesin untuk *hotfill* dan *coldfill* merupakan tanggung jawab dari departemen produksi. Dari hasil *matrix diagram* di atas dapat diketahui bahwa jumlah total nilai terbesar adalah departemen produksi, maka bagian departemen inilah yang mempunyai peranan dalam perbaikan produk defect.

*Matrix data analysis* digunakan untuk membantu mengklasifikasikan *item* dengan mengidentifikasi dua atau lebih karakteristik umum untuk semua *item* dan kemudian membantu mengklasifikasikan *item-item* tersebut dengan mengidentifikasi dua atau lebih karakteristik khusus untuk semua *item* dan kemudian merencanakan setiap *item* sebagai titik pada standar. Berikut merupakan tabel *final rankings* untuk alternatif perbaikan dari *Matrix Data Analysis* atau *Prioritization Grid*:

Tabel 3. Final Rankings untuk Alternatif Perbaikan

Ranking	Alternatif Perbaikan
1	Perbaikan kondisi mesin
2	Pemfokusan kinerja operator
3	Penggunaan metode yang sesuai
4	Perbaikan material

Langkah berikutnya adalah menentukan rangkaian kegiatan yang harus dilakukan beserta durasi waktunya dengan *activity network diagram* yang menganalisis tahapan cara mengurangi *defect filling height* pada saat proses produksi berlangsung. Tahapan tersebut adalah:

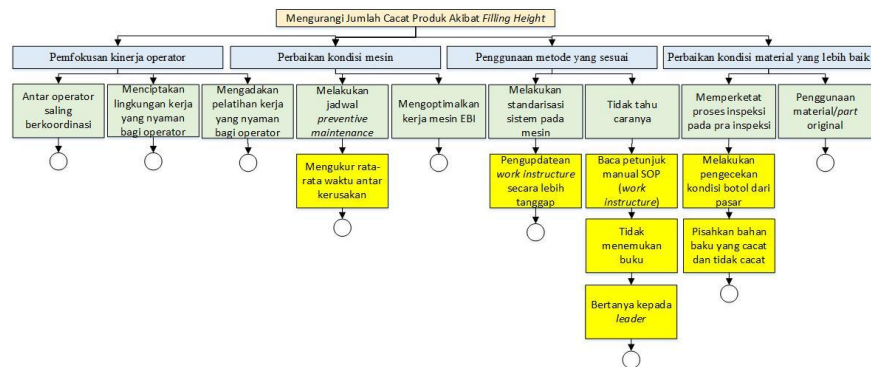
Tabel 4. Urutan Proses Kerja Perbaikan

No	Proses Kerja	Kode	Awal	Durasi	Tenaga Kerja
1	Operator inspeksi melakukan pemeriksaan dan pengecekan <i>part</i> mesin yang berhubungan terhadap produk defect	A	-	20 menit	1 orang
2	Pengecekan <i>part</i> pengganti ke bagian <i>spare part</i>	B	A	10 menit	1 orang
3	Proses perbaikan atau mengganti <i>part</i> yang bermasalah	C	B	15 menit	1 orang
4	<i>Running</i> mesin & pengecekan perbaikan yang sudah dilakukan	D	C	5 menit	1 orang

Diagram PDPC (*Process Decision program Chart*) mengambil setiap cabang dari *tree diagram* untuk mengantisipasi kemungkinan masalah yang terjadi dan menganalisis tindakan penanggulangan yang bisa mencegah berkembangnya masalah. Pada akhir proses diberikan simbol yaitu O jika upaya



penanggulangan dapat dilakukan dan simbol X jika upaya penanggulangan sulit untuk dilakukan. Berikut merupakan PDPC::



Gambar 5. PDPC

Berikut poin-poin yang dapat digambarkan berdasarkan gambar di atas:

- Pengoptimalan kinerja operator dengan meningkatkan koordinasi antar operator, menciptakan lingkungan kerja yang nyaman bagi operator, dan mengadakan pelatihan kerja bagi operator.
- Perbaikan kondisi mesin dilakukan dengan mengoptimalkan kerja mesin EBI dan melakukan penjadwalan *preventive maintenance* dengan mengukur rata-rata waktu antar kerusakan.
- Penggunaan metode yang sesuai dilakukan dengan melaksanakan standarisasi sistem pada mesin dengan pengupdatean *work instruction* secara lebih tanggap. Apabila operator tidak mengetahui cara melakukan inspeksi produk Fanta SW 295 ml, dapat membaca petunjuk manual SOP (*work instruction*). Jika tidak menemukan petunjuk/SOP, dapat langsung bertanya kepada *leader*.
- Perbaikan kondisi material yang lebih baik dilakukan dengan memperketat proses inspeksi pada pra inspeksi, yaitu dengan melakukan pengecekan kondisi botol dari pasar lalu memisahkan botol yang cacat dan tidak cacat. Selain itu, juga dilakukan dengan penggunaan material atau *part* original.

Dalam memberikan usulan perbaikan ini, penulis berfokus kepada 1 usulan, yaitu perbaikan kondisi mesin dengan mengoptimalkan kerja mesin EBI dan melakukan penjadwalan *preventive maintenance* dengan mengukur rata-rata waktu antar kerusakan.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada PT CCAI Central Java yaitu:

- Berdasarkan peta kendali P, ditemukan bahwa terdapat produk *defect* yang tidak terkendali secara statistik dan ditemukan bahwa *defect* tertinggi ditemukan pada produk dengan *defect filling height*.
- Faktor yang menyebabkan tingginya jumlah produk *defect* yang tidak terkendali secara statistik adalah penggunaan mesin untuk proses *hotfill* dan *coldfill*, *tulip rubber* sobek, *Valve Control Assembly* rusak, dan *tapper flange* rusak.

Usulan perbaikan yang prioritas diberikan berdasarkan analisa *new seven tools* supaya proses pengendalian kualitas produk dapat berjalan lebih baik adalah perbaikan mesin dengan mengoptimalkan kerja mesin EBI dan melakukan penjadwalan *preventive maintenance* dengan mengukur rata-rata waktu antar kerusakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, H. Agustina, F. 2012. Pengendalian dan Penjaminan Kualitas Learning Based Problem. Bangkalan: UTM Press.
- Assauri, Sofyan. 1998. *Manajemen Operasi dan Produksi*. Jakarta
- Crosby, P.B., (1979), *Quality Is Free*, New York: McGraw Hill Inc.
- Faizal dkk. *Analisis Pengendalian Mutu Produk Jamu Menggunakan Metode New Seven Tools*; Universitas Trunojoyo; 2015; Madura
- Montgomery, D.C., (1996), *Introduction to Statistical Quality Control*, New York: John Wiley & Sons.
- Surya, P. *7 Tools of Quality and New 7 Tools of Quality*, <http://www.docstoc.com/docs/20608592/7-Tools-dan-New-7-Tools#>, diakses tanggal 31 Januari 2017

Susanto, Edi; *Analisis Pengendalian Kualitas Pada Pembuatan Stripe body Cover Motor Dengan Menggunakan Metode Seven Tools*; Di PT. Tato Decovisign; UNIKOM; 2006; Bandung.

## USULAN PENETAPAN EOQ DAN ROP MATERIAL KRITIS DENGAN SIMULASI MONTE CARLO PADA WAREHOUSE PT. INDONESIA POWER UBP MRICA, BANJARNEGARA

Salsabila Senamelia<sup>1</sup>, Dyah Ika Rinawati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: acise.tiundip@gmail.com

### ABSTRAK

Material kritis merupakan material yang sangat menunjang kegiatan operasional. Pada penelitian ini akan dibahas material kritis pada perusahaan pembangkit listrik yang berlokasi di Banjarnegara. Salah satu perusahaan pembangkit tenaga listrik yang berlokasi di Banjarnegara, PT. Indonesia Power UBP Mrica, memegang peran penting dalam menjaga kehandalan kelistrikan Jawa-Bali. Salah satu cara untuk mencapai kehandalan tersebut adalah dengan menjaga persediaan material kritis pada bagian warehouse. Material kritis tersebut harus selalu tersedia kapanpun dibutuhkan sehingga penentuan inventory harus dilakukan dengan cermat. Namun, pemesanan inventory pada PT Indonesia Power UBP Mrica belum menerapkan suatu ketetapan dalam penentuan jumlahnya sehingga masih sering terjadi stockout dan overstock. Untuk itu, diperlukan suatu metode dalam menetapkan kuantitas pemesanan dan kapan pemesanan inventory dilakukan. Kuantitas pemesanan dapat diselesaikan dengan economic order quantity (EOQ) dan waktu pemesanan dapat diselesaikan dengan reorder point (ROP) menggunakan simulasi monte carlo karena data demand bersifat fluktuatif. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pemesanan material kritis carbon brush ukuran 30x18x40 mm dilakukan ketika stock tersisa 14 buah dengan jumlah pemesanan setiap periodenya sebanyak 18 buah, kemudian untuk ukuran 30x30x35 mm dipesan sebanyak 14 buah ketika stock 43 buah, ukuran 40x31,5x24,5 mm dipesan sebanyak 24 buah ketika stock 37 buah, ukuran 60x25x31,9 mm dipesan sebanyak 15 buah ketika stock 59 buah, ukuran 45x30x20 mm dipesan sebanyak 13 buah ketika stock 24 buah dan ukuran 50x32x25 mm dipesan sebanyak 19 buah ketika stock 14 buah.

**Kata Kunci:** Economic Order Quantity ; inventory; Monte Carlo; Reorder Point

### 1. PENDAHULUAN

Pada jaman sekarang, teknologi merupakan suatu hal yang tidak bisa dihindarkan dari masyarakat. Hampir 24 jam dalam setiap harinya, teknologi selalu digunakan baik oleh rumah tangga hingga perusahaan – perusahaan besar. Sumber daya yang digunakan oleh teknologi tersebut adalah aliran listrik sehingga listrik adalah hal yang sangat penting bagi masyarakat modern saat ini.

PT. Indonesia Power UBP Mrica yang terletak pada Kabupaten Banjarnegara ini adalah perusahaan yang bergerak di bidang pembangkitan tenaga listrik. PT. Indonesia Power UBP Mrica memegang peranan penting dalam menjaga kehandalan sistem kelistrikan Jawa – Bali karena apabila pembangkit sering mengalami gangguan maka produksi listrik dapat terganggu. Salah satu cara untuk mencapai kehandalan tersebut adalah dengan menjaga persediaan material pada bagian warehouse. Warehouse PT. Indonesia Power UBP Mrica ini digunakan untuk menyimpan material yang bersifat *fast moving*. Material yang ada pada warehouse perusahaan ini berupa material kritis yang akan digunakan apabila ada kerusakan material selama proses produksi yang sedang berlangsung dengan tujuan agar unit pembangkit handal sehingga persediaan material harus selalu tersedia pada warehouse kapanpun dibutuhkan. Apabila material mengalami *stockout* maka proses produksi dapat terganggu sedangkan apabila *overstock* maka akan mengeluarkan biaya yang lebih besar pada perusahaan. Sehingga penentuan inventory harus dilakukan dengan cermat. Namun, pada PT. Indonesia Power UBP Mrica ini, pemesanan inventory hanya berdasarkan perkiraan saja sehingga masih terjadi *stockout* dan *overstock*.

Oleh karena itu, perusahaan membutuhkan tetapan atau metode untuk menghitung kuantitas *sparepart* yang harus dipesan dan kapan pemesanan harus dilakukan. Hal tersebut dapat diselesaikan dengan perhitungan *reorder point* (ROP) dan *economic order quantity* (EOQ) dengan simulasi monte carlo yang juga akan memperhatikan *demand* yang fluktuatif, *service level* dan juga *leadtime* dari material kritis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a. *Economic Order Quantity (EOQ)*

*Economic Order Quantity (EOQ)* adalah jumlah pesanan yang dimiliki, *ordering cost* dan *carrying cost* per tahun yang paling minimal. Dengan menggunakan perhitungan yang ekonomis, suatu perusahaan dapat menentukan secara teratur bagaimana dan berapa jumlah material yang harus disediakan. Ketidakteraturan penjadwalan akan memberikan dampak pada biaya persediaan karena menumpuknya persediaan digudang. (Assauri, 2008). Bentuk umum dari EOQ dinyatakan sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} \quad (1)$$

Dimana D adalah rata – rata demand, S adalah biaya pesan dan H adalah biaya simpan.

EOQ dapat digunakan untuk mengatasi ketidakpastian penggunaan *safety stock*, dapat dijadikan dasar penukaran antara biaya penyimpanan dengan biaya pemesanan, serta mudah untuk diaplikasikan pada proses produksi yang output-nya telah memiliki standar tertentu dan diproduksi masal. Namun, metode EOQ ini tidak memperhatikan perubahan harga.

### b. *Reorder Point (ROP)*

*Reorder Point (ROP)* adalah jumlah persediaan yang menandai saat harus dilakukan pemesanan ulang sedemikian rupa sehingga kedatangan dan penerima barang yang dipesan dengan tepat waktu (Harjanto, 2008). Menurut Supriyono (1999), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ROP, yaitu :

- *Lead time*
- Tingkat pemakaian rata – rata per periode
- *Safety stock*

### c. *Simulasi Monte Carlo*

Simulasi Monte Carlo merupakan keadaan yang menggunakan angka bilangan acak yang harus disesuaikan dengan bentuk probabilitas dari data historis yang ada sebelumnya (Lawrence, 2001). Simulasi Monte Carlo dikenal dengan istilah *sampling simulation* atau monte carlo *sampling technique*. *Sampling simulation* ini menggambarkan kemungkinan penggunaan data sampel dalam Metode Monte Carlo dan juga dapat diketahui atau diperkirakan distribusinya. Simulasi ini menggunakan data yang sudah ada yang sebenarnya dipakai pada simulasi untuk tujuan lain. Dengan kata lain apabila menghendaki simulasi mengikutsertakan random dan sampling dengan distribusi probabilitas yang dapat diketahui dan ditentukan, maka cara simulasi monte carlo dapat dipergunakan. Simulasi ini juga dapat diterapkan pada suatu sistem persediaan untuk demand yang stokastik. Langkah – langkah simulasi monte carlo (Ward, 2002) :

- Mendefinisikan kemungkinan distribusi dari variabel yang akan diteliti. Bisa jadi distribusi yang ada merupakan distribusi standart seperti poisson, normal, atau eksponensial atau mungkin distribusi empiris yang diperoleh dari data historis yang ada.
- Mengkonversi distribusi frekuensi ke dalam distribusi probabilitas kumulatif. Hal ini untuk memastikan bahwa hanya ada satu variabel nilai yang terkait dengan bilangan acak yang dihasilkan
- Menentukan interval angka
- Membuat simulasi

*Output* dari simulasi ini yaitu distribusi data terhadap perubahan beberapa variabel yang nilainya terdistribusi dengan pola tertentu.

### d. *Analisis ABC*

Pengendalian persediaan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, antara lain dengan menganalisis nilai persediaan tersebut. Analisis tersebut dapat dibedakan berdasarkan nilai investasi yang terpakai dalam satu periode. Persediaan biasanya dibedakan ke dalam tiga kelas yaitu A, B dan C. Analisis tersebut dikenal sebagai klasifikasi ABC. Analisis ABC ini memperhatikan prinsip dasar parero. Nilai yang ada dalam analisis ABC bukan harga persediaan tetapi volume persediaan yang dibutuhkan dalam suatu periode. Suatu item dapat dikatakan lebih penting dari item lain karena item tersebut memiliki nilai investasi yang lebih tinggi serta konsekuensi dari item tersebut apabila terjadi *stockout*.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bagian Warehouse PT Indonesia Power UBP Mrica mulai tanggal 3 Januari 2017 sampai dengan 31 Januari 2017.

### Pengumpulan Data

Tahap ini penulis mengumpulkan data yang diperoleh dari perusahaan yang kemudian akan diolah untuk dijadikan usulan yang akan diberikan kepada perusahaan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data permintaan material kritis tahun 2014-2016, data kriteria ABC dari perusahaan, data *leadtime* dan daftar harga material kritis. Dari kurang lebih 7000 data material kritis, perhitungan menggunakan 7 sampel yaitu material kritis berjenis carbon brush yang memiliki harga serta *service level* yang tinggi.

#### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung *economic order quantity* (EOQ) material kritis, menentukan probabilitas *stockout* dari material kritis dan *reorder point* (ROP) optimum dengan simulasi monte carlo.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Penentuan *Quantity Order*

Penentuan *quantity order* dilakukan untuk mengetahui jumlah tetapan pemesanan untuk masing – masing material kritis dalam setiap kali pesan. Dengan adanya perhitungan EOQ ini diharapkan jumlah material yang akan disimpan di gudang untuk penggunaan tidak mengalami *stockout* maupun *overstock* atau dengan kata lain dapat sesuai dengan kebutuhan selain itu juga dapat meminimumkan biaya. Penentuan *quantity order* dapat ditentukan dengan memperhatikan demand rata – rata item (D), biaya pesan (S) dan biaya simpan (H). Sehingga penentuan EOQ untuk CARBON BRUSH, 30 x 18 x 40 mm dengan kode 43.004.018.0263 adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} = \sqrt{\frac{2(32)(120000)}{25200}} = 17.457 \approx 18 \text{ Unit}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka diperoleh juga EOQ untuk material kritis yang lain seperti pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil perhitungan EOQ**

No	Nama	EOQ (buah)
1	CARBON BRUSH, 30 x 18 x 40 mm	18
2	CARBON BRUSH, 30 x 30 x 35 mm	14
3	CARBON BRUSH, 40 x 31,5 x 24,5 mm	24
4	CARBON BRUSH, 40 x 25 x 12,5 mm	46
5	CARBON BRUSH, 60 x 25 x 31,9 mm	15
6	CARBON BRUSH, 45 x 30 x 20 mm	13
7	CARBON BRUSH, 50 x 32 x 25 mm	19

##### Penentuan *Service Level* Berdasarkan Analisis ABC Perusahaan

Penentuan *service level* pada masing – masing material kritis telah di tentukan oleh perusahaan berdasarkan metode ABC. Klasifikasi ABC ini berdasarkan dari nilai kategori kekritisan, ketersediaan dan nilai pemakaian sehingga diperoleh *service level* untuk material kritis seperti pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2 *Service Level* material kritis**

No	Nama	Analisis ABC	Service Level (%)
1	CARBON BRUSH, 30 x 18 x 40 mm	BBC	88
2	CARBON BRUSH, 30 x 30 x 35 mm	ABC	95
3	CARBON BRUSH, 40 x 31,5 x 24,5 mm	BBC	88
4	CARBON BRUSH, 40 x 25 x 12,5 mm	BBC	88
5	CARBON BRUSH, 60 x 25 x 31.9 mm	ACC	95
6	CARBON BRUSH, UK. 45 x 30 x 20 mm	ACC	95
7	CARBON BRUSH, 50 x 32 x 25 mm	BBB	85

##### Penentuan *Reorder Point Optimum*

###### 1. Pembentukan Kelas

Berikut ini adalah perhitungan *reorder point* optimum untuk material kritis carbon brush 30 x 18 x 40 mm berdasarkan data *demand* tahun 2014-2016.

- Nilai Maksimum = 30
- Nilai Minimum = 0
- Range (R) = max – min = 30

- Banyak Kelas (K) =  $1 + 3.3 \log n$   
=  $1 + 3.322 \log (36) = 6.17 \approx 7$
- Panjang Kelas =  $\frac{R}{K} = \frac{30}{7} = 4.286 \approx 5$

**Tabel 4.3 Pembentukan kelas carbon brush 30x18x40 mm**

KELAS	BB KELAS	BA KELAS	Nilai Tengah	FREK	PROB	KUM
1	0	4	2	31	0,8611	0,8611
2	5	9	7	0	0,0000	0,8611
3	10	14	12	3	0,0833	0,9444
4	15	19	17	0	0,0000	0,9444
5	20	24	22	0	0,0000	0,9444
6	25	29	27	0	0,0000	0,9444
7	30	34	32	2	0,0556	1,0000

2. Perhitungan *Leadtime Demand*

Untuk mengetahui demand selama masa leadtime dan probabilitas yang terjadi dapat dilihat tabel 4.4

**Tabel 4.4 Probabilitas leadtime demand carbon brush 30x18x40 mm**

BULAN 1		BULAN 2		TOTAL	
Demand	Probabilitas	Demand	Probabilitas	Demand	Probabilitas
2	0.8611	2	0.8611	4	0.7415
		7	0.0000	9	0.0000
		12	0.0833	14	0.0718
		17	0.0000	19	0.0000
		22	0.0000	24	0.0000
		27	0.0000	29	0.0000
		32	0.0556	34	0.0478
7	0	2	0.8611	9	0.0000
		7	0.0000	14	0.0000
		12	0.0833	19	0.0000
		17	0.0000	24	0.0000
		22	0.0000	29	0.0000
		27	0.0000	34	0.0000
		32	0.0556	39	0.0000
12	0.0833	2	0.8611	14	0.0717
		7	0.0000	19	0.0000
		12	0.0833	24	0.0069
		17	0.0000	29	0.0000
		22	0.0000	34	0.0000
		27	0.0000	39	0.0000
		32	0.0556	44	0.0046
17	0	2	0.8611	19	0.0000
		7	0.0000	24	0.0000
		12	0.0833	29	0.0000
		17	0.0000	34	0.0000
		22	0.0000	39	0.0000
		27	0.0000	44	0.0000
		32	0.0556	49	0.0000
22	0	2	0.8611	24	0.0000
		7	0.0000	29	0.0000
		12	0.0833	34	0.0000
		17	0.0000	39	0.0000
		22	0.0000	44	0.0000
		27	0.0000	49	0.0000
		32	0.0556	54	0.0000

BULAN 1		BULAN 2		TOTAL	
Demand	Probabilitas	Demand	Probabilitas	Demand	Probabilitas
27	0	2	0.8611	29	0.0000
		7	0.0000	34	0.0000
		12	0.0833	39	0.0000
		17	0.0000	44	0.0000
		22	0.0000	49	0.0000
		27	0.0000	54	0.0000
		32	0.0556	59	0.0000
32	0.0556	2	0.8611	34	0.0479
		7	0.0000	39	0.0000
		12	0.0833	44	0.0046
		17	0.0000	49	0.0000
		22	0.0000	54	0.0000
		27	0.0000	59	0.0000
		32	0.0556	64	0.0031

Total Probabilitas *demand* yang ada menunjukkan besar kemungkinan *demand* yang terjadi selama masa leadtime 2 periode. Apabila probabilitas yang ada sama dengan 0, berarti pada saat itu tidak ada kemungkinan demand sejumlah n item. Setelah itu, total *demand* dan total probabilitas diurutkan berdasarkan total *demand* terkecil seperti tabel 4.5.

**Tabel 4.5 total *demand* dan probabilitas yang sudah Diurutkan**

Demand	Probabilitas	Demand	Probabilitas
4	0.7415	34	0.0000
9	0.0000	34	0.0000
9	0.0000	34	0.0000
14	0.0718	34	0.0479
14	0.0000	39	0.0000
14	0.0717	39	0.0000
19	0.0000	39	0.0000
19	0.0000	39	0.0000
19	0.0000	39	0.0000
19	0.0000	39	0.0000
24	0.0000	39	0.0000
24	0.0000	44	0.0046
24	0.0069	44	0.0000
24	0.0000	44	0.0000
24	0.0000	44	0.0000
24	0.0000	44	0.0046
29	0.0000	49	0.0000
29	0.0000	49	0.0000
29	0.0000	49	0.0000
29	0.0000	49	0.0000
29	0.0000	54	0.0000
29	0.0000	54	0.0000
29	0.0000	54	0.0000
34	0.0478	59	0.0000
34	0.0000	59	0.0000
34	0.0000	64	0.0031

3. Perhitungan ROP Berdasarkan Service Level

Setelah total *demand* dan probabilitas diurutkan kemudian menghitung probabilitas kumulatif berdasarkan *demand* sebagai *service level* seperti pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Akumulasi probabilitas leadtime demand carbon brush 30x18x40 mm**

Demand	Probabilitas
4	0,7415
9	0,7415
14	0,8850
19	0,8850
24	0,8919
29	0,8919
34	0,9877
39	0,9877
44	0,9969
49	0,9969
54	0,9969
59	0,9969
64	1,0000

Dari hasil perhitungan leadtime demand dan untuk mencapai tingkat *service level* berdasarkan klasifikasi metode ABC, maka nilai ROP untuk carbon brush 30 x 18 x 40 mm dengan service level 88 % maka dapat dihitung dengan menggunakan interpolasi sebagai berikut dengan memperhatikan nilai probabilitas 0,88.

$$\frac{89 - 88}{88 - 74} = \frac{14 - x}{x - 9}$$

$$x - 9 = 196 - 14x$$

$$15x = 205$$

$$x = 13,667 \approx 14 \text{ Unit}$$

**ANALISA**

Carbon brush 30 x 18 x 40 mm ini memiliki *service level* sebesar 88% dimana memiliki arti perusahaan dapat memenuhi *demand* tersebut dengan probabilitas sebesar 0,88 dan perusahaan tidak dapat memiliki *demand* yang ada dengan probabilitas sebesar 0,12. Carbon brush jenis ini memiliki kriteria ABC yaitu BBC. Hal tersebut menunjukkan bahwa carbon brush jenis ini dikategorikan kritis yang mana artinya dapat menyebabkan tertundanya proses produksi ketika material tidak tersedia sehingga menyebabkan proses produksi tidak dapat beroperasi secara optimal atau mengganggu kehandalan produksi. Faktor ketersediaan dari material ini termasuk jenis *medium lead time* (level B) yang mana artinya proses pengadaannya memerlukan waktu sekitar 1 hingga 2 bulan. Apabila dilihat dari kriteria ABC material ini, faktor pemakaiannya ada pada level C yang mana artinya bahwa frekuensi pemakaian material ini cukup jarang yaitu hanya sebesar 5 %. Namun, material ini memiliki harga yang cukup mahal sehingga akan berpengaruh apabila terjadi *overstock*. Satu buah material ini berharga Rp 252.000,-. Berdasarkan hasil perhitungan, material carbon brush ukuran 30 x 18 x 40 mm ini dapat dilakukan pemesanan ketika jumlah stok yang tersedia adalah sebesar 14 buah dengan kuantitas pemesanan sebanyak 18 buah. Perhitungan titik *reorder point* dari material tersebut menggunakan metode simulasi monte carlo dengan memperhatikan jumlah *demand* yang mungkin terjadi selama masa *lead time*, sehingga kebutuhan user tetap dapat terpenuhi sesuai dengan *service level* yang ditentukan.

**Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil ROP material kritis**

No	Nama	ROP (unit)
1	CARBON BRUSH, 30 x 18 x 40 mm	14
2	CARBON BRUSH, 30 x 30 x 35 mm	43
3	CARBON BRUSH, 40 x 31,5 x 24.5 mm	37
4	CARBON BRUSH, 40 x 25 x 12.5 mm	74
5	CARBON BRUSH, 60 x 25 x 31.9	59



No	Nama	ROP (unit)
6	CARBON BRUSH, 45 x 30 x 20 mm	24
7	CARBON BRUSH, 50 x 32 x 25 mm	14

## 5. KESIMPULAN

Pada tiga tahun terakhir, PT Indonesia Power UBP Mrica masih mengalami *overstock* dan *stockout*. Hal ini disebabkan karena perusahaan belum menerapkan kebijakan *replenishment*. Untuk mengurangi hal tersebut, penulis memberikan usulan yaitu dengan menggunakan metode *economic order quantity* (EOQ) dan *reorder point* (ROP) untuk mengetahui kuantitas pemesanan material kritis dan kapan pemesanan optimum dilakukan. Penentuan ROP optimum dihitung dengan simulasi monte carlo karena demand yang ada tidak pasti bersifat fluktuatif. Dengan diterapkannya EOQ dan ROP, diharapkan perusahaan mampu mengatur kebijakan *replenishment* agar dapat meminimaisir biaya perusahaan yang harus dikeluarkan dan tetap menjaga kehandalan listrik Jawa-Bali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiana dkk. Pengendalian Persediaan *Spare Parts* dengan Menggunakan *Can-Ordering Policy*. Jurnal Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopemver, Surabaya.
- Bedworth, D. D dan J. E. Bailey. (1982). *Integrated Production Control System Management*.
- Handoko, T. Hani, (2000). Dasar – Dasar Manajemen Produksi dan Operasi, jilid II. BPFE-Karta.Yogyakarta.
- Michael. (2007). Analisa Persediaan Bahan Baku Cat Top Paint. Skripsi. Jurusan Teknik Industri. Universitas Bina Nusantara.
- Nasution, A. Hakim. (2008). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Pujawan, I Nyoman. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya : Guna Widya
- Ristono, Agus. (2009), Manajemen Persediaan edisi 1. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sayyidan dkk. (2013). Penentuan Kebijakan Persediaan *Spare Parts* pada Perusahaan Migas dengan Pendekatan Simulasi Monte Carlo. Jurnal Teknik Industri Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sugiharto, Bambang. (2007). Aplikasi Simulasi untuk Peramalan Permintaan dan Pengelolaan Persediaan yang Bersifat Probabilistik. Jurnal Teknik Industri Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- Tersine, R.J. (1994). *Principles of Inventory and Material Management*. New Jersey. Prentice Hall International Edition.
- Wardana, Marcelly Widya dkk. (2014). Pengendalian Persediaan Pada Kondisi Stokastik dan Harga Bertingkat Menggunakan Simulasi. Jurnal Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta: Spektrum Industri. Vol. 12, No. 2, 113:247
- Ward, John. Strategic Planning for Information System, John-Wiley (2002)

## PENILAIAN TINGKAT KONTRIBUSI TEKNOLOGI PADA UKM BATIK DI SEMARANG MENGGUNAKAN MODEL TEKNOMETRIK

Naniek Utami Handayani<sup>1</sup> Veronica Desy Afriyanti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: [veronicadesyafr@gmail.com](mailto:veronicadesyafr@gmail.com) [naniekh@ft.undip.ac.id](mailto:naniekh@ft.undip.ac.id)

### ABSTRAK

Salah satu kunci keberhasilan suatu perusahaan termasuk pula Usaha Kecil dan Menengah (UKM) adalah kemampuan UKM dalam mengelola teknologi sebagai bagian dari proses bisnis perusahaan (Prasetyoning, 2014). UKM Batik merupakan salah satu dari jenis UKM yang memiliki potensi yang sangat bagus untuk dikembangkan di Indonesia. Setiap motif batik di Indonesia memiliki maknanya sendiri yang membuat daya tarik pada masyarakat untuk membeli. Dengan adanya minat dari masyarakat maka diperlukan upaya pengembangan industri melalui inovasi teknologi yang dapat dinyatakan dalam empat komponen teknologi pada proses operasi yaitu komponen fasilitas (technoware), kemampuan sumber daya (humanware), dokumen dan informasi (infoware), dan kerangka kerja (orgaware) (Jerusalem, 2007). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis seberapa besar kontribusi komponen teknologi dalam proses bisnis UKM Batik dengan menggunakan pendekatan Teknometrik dan pembobotan dengan metode Pairwise Comparisson Matrix berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Setelah mendapatkan perbandingan hasil kontribusi komponen teknologi dalam UKM Batik. Dengan perbandingan tersebut dapat diketahui komponen teknologi yang perlu dikembangkan, sehingga komponen teknologi yang lemah di UKM Batik dapat diperbaiki. Penelitian ini menilai Koefisien kontribusi teknologi (TCC) untuk UKM Batik di Semarang adalah 0,5129. Berdasarkan skala penilaian TCC maka nilai tersebut berada di level sedang (rentang nilai 0,5-0,7). Level tersebut menunjukkan bahwa tingkat kontribusi komponen teknologi UKM di Semarang berada pada tingkat teknologi sedang atau semi modern.

**Kata Kunci:** *Komponen Teknologi; Technology Contribution Component; UKM*

### A. PENDAHULUAN

Salah satu kunci keberhasilan suatu perusahaan termasuk pula Usaha Kecil dan Menengah (UKM) adalah kemampuan UKM dalam mengelola teknologi sebagai bagian dari proses bisnis perusahaan (Prasetyoning, 2014). Hal ini dikarenakan teknologi merupakan salah satu faktor dalam persaingan yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas UKM. Manfaat teknologi dalam peningkatan produktivitas tergantung pada kemampuan manajerial dalam membangun keseimbangan berbagai aspek internal yang berkaitan dalam proses produksi, yaitu teknologi, sumber daya manusia, informasi, dan organisasi. Teknologi tidak hanya terkait dengan peralatan atau mesinnya saja, akan tetapi terkait juga dengan kemampuan manusia yang mengelola dan mengoperasikannya. Peranan teknologi mempunyai pengaruh yang penting dalam upaya menciptakan keunggulan dalam persaingan. UKM harus mampu melakukan perubahan-perubahan dalam teknologi yang diperlukan untuk dapat mengantisipasi persaingan yang terjadi. Satu hal yang harus diperhatikan adalah bahwa perubahan teknologi perusahaan harus mempertimbangkan kesesuaiannya terhadap kebutuhan bisnis (Dussauge, Stuart, & Ramanantsoa, 1997). Usaha Kecil dan Menengah (UKM) di Indonesia memegang peranan sentral dan strategis dalam pembangunan ekonomi kerakyatan dan penyerapan tenaga kerja yang cukup besar. Jika UKM mendapat perhatian khusus dengan pola pengembangan dan kebijakan yang terarah maka akan menjadi tulang punggung (*backbone*) bangkitnya sektor riil di daerah (Djamhari, 2006). Usaha Kecil dan Menengah semakin diakui sebagai kendaraan utama untuk pembangunan ekonomi di negara maju dan berkembang. Hal ini adalah sumber utama bagi tenaga kerja, pendapatan, inovasi dan kemajuan teknologi. Oleh karena itu, UKM telah menjadi aset utama dalam perekonomian. Di sebagian besar negara di dunia, tingkat ketergantungan ekonomi pada usaha kecil dan menengah telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir (Pushpakumari & Wanatabe, 2009).

UKM Batik merupakan salah satu dari jenis UKM yang memiliki potensi yang sangat bagus untuk dikembangkan khususnya daerah-daerah di Indonesia. Setiap motif batik di Indonesia memiliki maknanya sendiri yang membuat daya tarik pada masyarakat untuk membeli. Dengan adanya minat dari masyarakat

maka diperlukan upaya pengembangan industri yaitu dengan mengembangkan inovasi teknologi yang dapat dinyatakan dalam empat komponen teknologi pada proses operasi yaitu komponen fasilitas (*technoware*), kemampuan sumber daya (*humanware*), dokumen dan informasi (*infoware*), dan kerangka kerja (*orgaware*) (Jerusalem, 2007). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis seberapa besar kontribusi komponen teknologi dalam proses bisnis UKM Batik dengan menggunakan pendekatan Teknometrik dan pembobotan dengan metode *Pairwise Comparisson Matrix* berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Setelah mendapatkan perbandingan hasil kontribusi komponen teknologi dalam UKM Batik. Dengan perbandingan tersebut dapat diketahui komponen teknologi yang perlu dikembangkan, sehingga komponen teknologi yang lemah di UKM Batik dapat diperbaiki.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi deskriptif. Pengumpulan data menggunakan kuisisioner, observasi, dan interview ke setiap obyek penelitian. Selain juga diadakan studi literatur yang sesuai dengan penelitian. Obyek penelitian adalah UKM Batik di Semarang. Penilaian kontribusi teknologi di dalam UKM Batik dapat menggunakan model teknometrik melalui nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC). Model Teknometrik mempunyai empat komponen yaitu *Technoware*, *Humanware*, *Orgaware* dan *Infoware* (Hany, 2000).

Tahap untuk menentukan nilai TCC adalah :

1. Pengumpulan Data
2. Mengestimasi Derajat Kecanggihan Teknologi dengan metode skoring. Hasil estimasi menunjukkan batas atas dan batas bawah dari setiap kriteria komponen.
3. Penilaian State of the Art dari masing-masing komponen teknologi.

Untuk menentukan penilaian dan mengevaluasi kriteria masing-masing komponen . Nilai dari *State of the Art* menggunakan rumus :

$$\text{Technoware} : ST_i = 1/10 [\Sigma t_{ik}/k_i] ; k= 1,2,3,\dots,k_i \quad (1)$$

$$\text{Humanware} : SH_j = 1/10 [\Sigma h_{ij}/l_j] ; l= 1,2,3,\dots,l_j \quad (2)$$

$$\text{Infoware} : SI = 1/10 [\Sigma f_{im}/m_j] ; m= 1,2,3,\dots,m_f \quad (3)$$

$$\text{Orgaware} : SO = 1/10 [\Sigma o_{in}/n_o] ; n= 1,2,3,\dots,n_o \quad (4)$$

4. Penentuan nilai dari kontribusi komponen yang dapat dihitung menggunakan nilai derajat estimasi dan *State of the Art* dengan menggunakan rumus :

$$\text{Technoware} : T = 1/9 [LT+ST_i(UT-LT)] \quad (5)$$

$$\text{Humanware} : H = 1/9 [LH+SH_j(UH-LH)] \quad (6)$$

$$\text{Infoware} : I = 1/9 [LI+SI(UI-LI)] \quad (7)$$

$$\text{Orgaware} : O = 1/9 [LO+SO(UO-LO)] \quad (8)$$

5. Penentuan Intensitas Kontribusi dari komponen teknologi ( $\beta$ ) menggunakan pendekatan matriks perbandingan berpasangan. Penilaian kontribusi teknologi dengan menggunakan nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC)

$$TCC = T \beta_t \times T \beta_h \times T \beta_i \times T \beta_o \quad (9)$$

Nilai TCC value menerangkan besar kontribusi teknologi dalam membuat nilai tambah dalam suatu obyek. Nilai TCC berada di dalam range 0 dan 1 (Lantz, 2003). Berikut adalah level dari nilai TCC:

**Tabel 2.1 Level TCC**

Nilai TCC	Tingkat Nilai
0.1	Sangat Buruk
0.3	Buruk
0.5	Sedang
0.7	Baik
0.9	Sangat Baik
1.0	Mencapai State of the Art

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian teknologi pada UKM Batik di Semarang dapat menggunakan model teknometrik. Penilaian menggunakan skoring 1 hingga 9 berdasarkan penilaian subjektif. Komponen teknologi antara lain *Technoware*, *Humanware*, *Infoware* dan *Orgaware*.

### 1. Penentuan estimasi derajat kecanggihan

Hasil skor dari setiap kriteria komponen dapat dilihat batas atas dan batas bawahnya. Batas atas dan batas bawah derajat kecanggihan tiap kriteria dari 11 UKM dapat dilihat seperti tabel 2. Komponen *Humanware* pada UKM adalah kemampuan sumber daya manusia di dalamnya. Dapat dilihat pada tabel 4.2 pada kriteria kemampuan produksi (H1) memiliki batas bawah dengan skor 3 dan batas atas dengan skor 8, kriteria kemampuan IT (H2) dengan batas bawah 3 dan batas atas 7, kriteria kemampuan *sales* dan *marketing* (H3) dengan skor batas bawah 3 dan batas atas skor 8. Untuk komponen *infoware*, kriteria mengumpulkan informasi *demand*, *supplier* dan *distributor* (I1) dengan batas bawah 1 dan batas atas 5, kriteria cara mengiklankan produk (I2) dengan batas bawah 3 dan batas bawah atas 7, kriteria cara penjualan (I3) dengan batas bawah 3 dengan batas atas 7. Untuk komponen *technoware*, pada kriteria cara pemesanan *supplier* (T1) dengan batas bawah 3 dan batas atas 7, pada kriteria cara transaksi ke *supplier* (T2) dengan batas bawah 3 dan batas atas 7, pada kriteria alat yang digunakan dalam produksi (T3) memiliki batas bawah 2 dan batas atas 6, pada kriteria fasilitas pendukung (T4) dengan batas bawah 2 dan batas atas 7, pada kriteria cara transaksi penjualan (T5) dengan batas bawah 3 dan batas atas 8, pada kriteria sistem inventori (T6) dengan batas bawah 1 dan batas atas 6. Sedangkan pada komponen *orgaware*, pada kriteria aliran informasi antar departemen (O1) dengan batas bawah 3 dan batas atas 8, pada kriteria organisasi (O3) memiliki skor batas bawah 1 dan batas atas 5, pada kriteria manajemen (O3) memiliki batas bawah 2 dan batas atas 4.

Pada komponen *humanware*, kemampuan pekerja UKM batik dalam produksi, mengoperasikan perangkat IT dan memasarkan produk masih pada kemampuan rata-rata. Untuk komponen *infoware*, dengan melihat cara UKM mengumpulkan informasi *demand*, *supplier*, *distributor* masih menggunakan cara manual dengan menggunakan telepon atau campuran dengan menggunakan teknologi informasi lainnya, belum menggunakan sistem terintegrasi dari mendapatkan bahan baku dari *supplier* hingga memasarkan produknya. Untuk cara mengiklankan produk didapatkan bahwa UKM batik telah memakai cara konvensional hingga modern untuk memasarkan produknya. Untuk cara menjual produknya, UKM batik di Semarang sudah mengadaptasi teknologi di dalam prosesnya sehingga jangkauan penjualan lebih luas. Dari kriteria cara mendapatkan produk, konsumen cukup mudah mendapatkannya karena dapat melalui toko *offline* dan toko *online*. Untuk kriteria *feedback* atau timbal balik, masih menggunakan cara konvensional melalui kotak kritik dan saran atau melalui media sosial seperti *website* atau akun UKM batik itu sendiri. Pada komponen *technoware*, bila dilihat dari cara pemesanan dari *supplier*, cara transaksi ke *supplier* alat yang digunakan dalam pendukung, fasilitas pendukung, dan cara transaksi penjualan sudah menggunakan alat teknologi di sebagian prosesnya sehingga mempermudah proses bisnisnya. Namun dalam pengelolaan inventori belum menggunakan teknologi secara maksimal karena masih menggunakan cara manual pada komponen *orgaware*, aliran informasi antar departemen sudah lancar namun keorganisasian seperti kejelasan struktur maupun manajemen bisnis masih kurang.

### 2. Perhitungan State of the Art

Nilai *State of The Art* dihitung menggunakan rumus (1), (2), (3), (4). *State of the Art* dari komponen teknologi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 3.1 State of Art of TCC

Komponen Teknologi	Derajat Kecanggihan		State of the art
	Batas Bawah	Batas Atas	
<b>Humanware</b>			
kemampuan produksi (H1)	3	8	0.5091
kemampuan IT (H2)	3	7	0.4455
Kemampuan <i>sales &amp; marketing</i> (H3)	3	8	0.5000
<b>Infoware</b>			
mengumpulkan informasi <i>demand</i> , <i>supplier</i> , <i>distributor</i>	1	5	0.3182

Komponen Teknologi	Derajat Kecanggihan		State of the art
	Batas Bawah	Batas Atas	
(I1)			
cara mengiklankan produk (I2)	3	7	0.4727
cara penjualan (I3)	3	7	0.4909
cara mendapatkan produk (I4)	3	9	0.5727
Feedback (I5)	1	8	0.4727
<b>1.1 Technoware</b>			
cara pemesanan supplier(T1)	3	7	0.4545
cara transaksi ke supplier(T2)	3	6	0.4909
alat yang dipakai dalam produksi(T3)	2	6	0.4182
fasilitas pendukung(T4)	2	7	0.4273
cara transaksi penjualan(T5)	3	8	0.5091
sistem inventori(T6)	1	6	0.2909
<b>1.2 Orgaware</b>			
aliran informasi antar departemen (O1)	3	8	0.4455
Organisasi (O2)	1	5	0.2727
manajemen (O3)	2	4	0.2636

Nilai *State of the Art* tiap komponen dari masing-masing komponen adalah gambaran dari posisi komponen dalam UKM. Dari tabel 2, dapat dilihat bahwa bobot nilai masing-masing kriteria di komponen *humanware* tertinggi pada kriteria komponen produksi, karena UKM masih memberatkan kemampuan pekerja pada kegiatan produksinya, belum memperhitungkan kemampuan dalam hal IT atau *sales* dan *marketing*. Untuk komponen *infoware*, bobot nilai terbesar terdapat pada cara konsumen mendapatkan produk dengan mudah dengan adanya toko *offline* maupun *online*. Sedangkan bobot terkecil terdapat pada kriteria cara mengumpulkan informasi *supplier*, *demand* dan *distributor* karena UKM batik di Semarang masih mendapatkan informasi *supplier* pada *supplier* yang sudah dikenal baik. Untuk informasi *demand*, masih mengikuti permintaan pasar dan tidak dipastikan secara pasti. Untuk informasi *distributor*, UKM di Semarang masih menjual produknya secara langsung tidak melalui *distributor*. Sementara pada komponen *technoware*, bobot terbesar pada kriteria cara transaksi pada pelanggan karena masih menggunakan secara *cash* atau *transfer* melalui bank, bobot terkecil terdapat pada kriteria pengelolaan sistem inventori yang belum diperhitungkan dalam usaha.

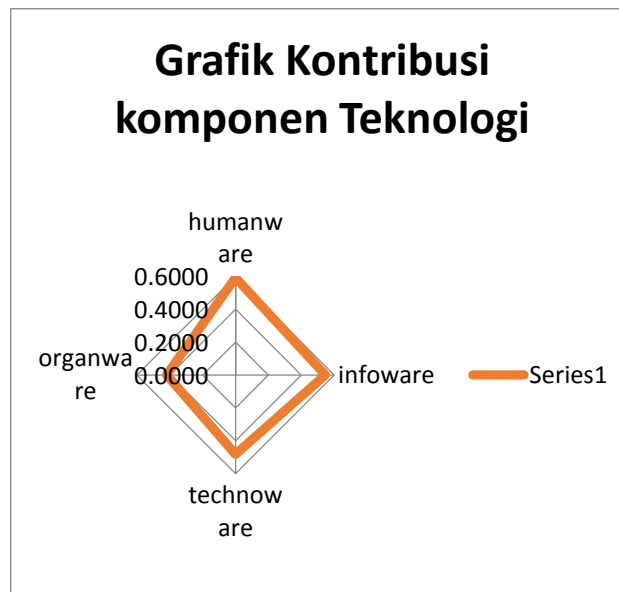
### C. Perhitungan kontribusi komponen teknologi

Perhitungan kontribusi dari setiap komponen teknologi dilihat dari masing masing faktor yang ada pada setiap komponen teknologi. Hasil perhitungan kontribusi pada setiap kriteria dapat dilihat pada tabel 3. Setelah mengetahui nilai kontribusi tiap kriteria, dengan menggunakan *Pairwise Comparison Matrix* atau perbandingan berpasangan untuk menentukan bobot tiap kriteria pada komponen sehingga didapatkan nilai Kontribusi Komponen Teknologi .

Tabel 3.2 Nilai Kontribusi Komponen dan Intensitas Kontribusi Komponen

Komponen Teknologi	Kontribusi Komponen	$\beta$
<i>Humanware</i>	0.5924	0.268
<i>Infoware</i>	0.5456	0.187
<i>Technoware</i>	0.4828	0.431
<i>Orgaware</i>	0.4187	0.115

Dalam tabel 3 dapat dilihat nilai Kontribusi Komponen Teknologi pada komponen *Humanware* sebesar 0,5924 dikarenakan kepentingan kemampuan karyawan berpengaruh besar di dalam proses bisnis sehingga perekrutan masih terbatas yang mempunyai keahlian khusus. Pada komponen *Infoware* bernilai 0,5456. Seperti pada komponen *Humanware*, komponen *Infoware* juga diperhitungkan kepentingannya di dalam proses bisnis dikarenakan untuk UKM telah menerapkan proses informasi yang cukup memadai dari *supplier* hingga konsumen. Untuk komponen *Technoware* dengan nilai 0,4828 dikarenakan UKM telah cukup menggunakan teknologi dalam membantu proses bisnisnya tapi belum optimal. Untuk nilai terkecil terletak pada komponen *infoware* dikarenakan UKM batik menganggap tidak membutuhkan informasi yang jelas didalam organisasinya dikarenakan jumlah orang di dalamnya yang sedikit. Besar Kontribusi Komponen Teknologi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 3.1 Grafik Kontribusi Komponen Teknologi Penentuan Intensitas Kontribusi Teknologi (β)

#### D. Penentuan Intensitas Kontribusi Teknologi (β)

Nilai intensitas kontribusi teknologi dapat dilihat pada tabel 3. Seperti pada tabel , nilai intensitas pada tiap komponen diberikan bobot/nilai dari masing-masing narasumber di tiap UKM. Pada hasil penilaian didapatkan komponen *Technoware* memiliki nilai intensitas terbesar yaitu 0,431, dilanjutkan dengan komponen *Humanware* dengan nilai intensitas 0,268. pada urutan ketiga dan keempat adalah komponen *Infoware* dengan nilai 0,187 dan komponen *Orgaware* dengan nilai 0,115. Intensitas Kontribusi Komponen *Technoware* UKM Batik di Semarang telah digunakan pada alat produksi, fasilitas pendukung yang digunakan dan cara transaksi kepada pembeli yang sudah menggunakan peralatan modern. Pada komponen *Humanware*, kontribusi teknologi masih rendah digunakan pada kemampuan produksi dan kurang digunakan pada kemampuan *IT*, *sales* dan *marketing*-nya. Pada komponen *infoware*, pemanfaatan teknologi tidak berkontribusi banyak di dalam proses informasi di dalam UKM yang berpengaruh juga pada kontribusi didalam komponen *orgaware*.

#### E. Perhitungan Technology Contribution Coefficient (TCC)

Berdasarkan hasil perhitungan estimasi derajat kecanggihan, *State of the Art* (SOTA), kontribusi komponen dan intensitas kontribusi komponen menggunakan rumus (9) diperoleh nilai Koefisien Kontribusi Teknologi (*Technology Contribution Coefficient*) yang disebut TCC, didapatkan nilai TCC pada UKM di Semarang sebesar 0,5129. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kontribusi komponen teknologi berada pada tingkat teknologi sedang atau semi modern.

#### F. Saran Perbaikan

Upaya pengembangan atau perbaikan komponen teknologi berdasarkan *Technology Atlas Project Method* untuk menjamin mutu produk batik UKM di Semarang dapat dimulai dari intensitas kontribusi komponen yang tertinggi yaitu komponen *Technoware*. Adapun saran pengembangan berkaitan dengan komponen teknologi sebagai berikut:

Pengembangan komponen *Technoware* dapat dilakukan dengan cara rasionalisasi dan efisiensi UKM dalam hal penggunaan peralatan dari awal hingga akhir proses bisnis UKM batik. Seperti menggunakan system komputerisasi yang terintegrasi dari *supplier* hingga konsumen sehingga

mempermudah proses bisnis dari supplier hingga sampai di konsumen. Di dalam proses produksi, belum dapat diaplikasikan teknologi secara menyeluruh karena terdapat berbagai jenis batik yang diproduksi. Untuk UKM batik tulis, pengembangan komponen *Technoware* akan susah dilakukan karena akan menghilangkan kekhasan proses penggambaran motif batik, namun dapat dilakukan dalam memuat pola sketsa awal, menjaga suhu lilin agar tetap stabil. Untuk jenis batik cap, *printing* dan *fractal*, pengembangan komponen *Technoware* dapat dilakukan saat pembuatan pola sketsa dengan menggunakan software, proses penggambaran pola setsa di kain menggunakan cap atau dicetak hingga proses pengeringan yang menggunakan mesin sehingga tidak mengandalkan sinar matahari.

Peningkatan komponen *Humanware* dapat dilakukan melalui pengajaran kepada karyawan dalam hal kemampuan IT, penggunaan alat produksi, kemampuan *sales* dan *marketing* secara rutin, peningkatan performansi kerja, disiplin dan daya inovasi serta kreativitas masing-masing karyawan. Selain itu juga dapat mengikutsertakan peran masyarakat sekitar.

Peningkatan komponen *Infoware* melalui penyediaan pusat informasi (*Database*) yang valid, mutakhir dan mudah diakses oleh karyawan yang bersangkutan dan juga terintegrasi.

Peningkatan komponen *Orgaware* dapat dilakukan melalui peningkatan organisasi dan manajemen UKM itu sendiri dalam aliran informasi di dalamnya, proses pencapaian visi dan misi UKM, pembagian kerja yang jelas tiap karyawan dan dapat menerapkan penghargaan dan sanksi di dalam organisasi UKM.

Upaya pengembangan setiap komponen tersebut tidak perlu berlangsung secara bertingkat kronologikal karena yang harus menjadi pertimbangan adalah keseimbangan kontribusi tiap komponen teknologi. Dalam hal ini, peranan intensitas kontribusi komponen teknologi hanya dalam menentukan prioritas tindakan pengembangan.

#### D. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian pada 11 UKM Batik di Semarang, dapat diketahui bahwa terdapat aspek yang mempengaruhi proses bisnis. Dilhat dari aspek teknologinya terdapat 4 komponen yang ada yaitu Komponen *Humanware* yang berkaitan dengan kemampuan sumber daya manusia, komponen *Infoware* yang berkaitan dengan perangkat informasi yang ada, komponen *Technoware* yang berkaitan dengan perangkat teknis dalam usaha dan komponen *Orgaware* yang berkaitan organisasi dan kelembagaan. Di setiap komponen tersebut terdapat kriteria-kriteria penilaian. Pada komponen *Humanware* terdiri dari 3 kriteria yaitu kemampuan dalam produksi, kemampuan dalam *IT*, kemampuan dalam *sales* dan *marketing*. Pada komponen *infoware* memiliki kriteria cara mengumpulkan informasi *supplier*, *demand*, dan *distributor*, cara pemasaran produk, cara penjualan produk, cara mendapatkan produk. Pada komponen *teknoware* terdiri dari cara memesan ke *supplier*, cara transaksi dengan *supplier*, peralatan produksi, fasilitas pendukung, cara transaksi penjualan, dan sistem inventori. Untuk komponen *Infoware*, dilihat dari kriteria aliran informasi dalam manajemen, organisasi dan manajemen yang dijalankan dalam UKM di Semarang. Berdasarkan *Technology Atlas Project Method* maka dapat diketahui bahwa nilai Koefisien Kontribusi Teknologi (TCC) untuk UKM Batik di Semarang adalah 0,5129. Berdasarkan skala penilaian TCC maka nilai tersebut berada di level sedang (rentang nilai 0,5-0,7). Level tersebut menunjukkan bahwa tingkat kontribusi komponen teknologi UKM di Semarang berada pada tingkat teknologi sedang atau semi modern.

#### PUSTAKA

- Djamhari, C. (2006). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sentra UKM. *Infokop Nomor 29 Tahun XXII*, 83-91.
- Dussauge, P., Stuart, H., & Ramanantsoa, B. (1997). *Strategic Technology Management*. John Wiley & Sons, Inc.
- Hany, I. (2000). *The Analysis of Technology Content Influence on the Small and Medium Enterprises Performance: Case Study in Metal SMEs in Bandung, Indonesia*. Bandung: Bandung Institute of Technology.
- Jerusalem, M. A. (2007). *Technology Atlas Project Method dan Manajemen Peningkatan Mutu berbasis Sekolah sebagai Alat Penjaminan Mutu Jasa Pendidikan*. *Seminar Nasional II Manajemen Kualitas*.
- Lantz, V. (2003). Measuring scale, technology and price effect on value added production across Canadian forest industry sectors. *Forest Policy and Economics*.
- Prasetyoning, A. W. (2014). Penguatan Sektor UMKM sebagai Strategi Menghadapi MEA 2015. *Jurnal Ekonomi vol.5 no 1*, 43.

Pushpakumari, M., & Wanatabe, T. (2009). Do Strategies improve SME performance? An Empirical Aanalysis of Japan and Sri Langka. *Meijo Asian Research Journal 1 (1)*, 61-75.



## **ANALISIS BEBAN KERJA DAN PENENTUAN JUMLAH TENAGA KERJA OPTIMAL PADA LINI PERAKITAN MESIN CUCI SATU TABUNG TIPE PAW 8513M (STUDI KASUS: PT HARTONO ISTANA TEKNOLOGI)**

**Yuni Sartika<sup>1</sup>, Nia Budi Puspitasari<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: [yunisartika26@gmail.com](mailto:yunisartika26@gmail.com)*

### **ABSTRAK**

*Dalam suatu organisasi kuantitas sumber daya manusia menjadi salah satu strategi untuk mencapai tujuan organisasi, karena hasil kerja harus sebanding dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan. Hal tersebut dapat dilakukan melalui suatu studi analisis beban kerja, sehingga pegawai dapat bekerja secara optimal sesuai kemampuan. Penelitian ini menggunakan data waktu siklus pada lini perakitan produk mesin cuci satu tabung tipe PAW 8513M. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban kerja yang diterima dan jumlah tenaga kerja optimal untuk 52 stasiun kerja yang ada pada lini perakitan tersebut. Metode yang digunakan adalah Stopwatch Time Study yang digunakan untuk menghitung waktu standar, kemudian dilanjutkan dengan penentuan jumlah tenaga kerja optimum dengan metode Analisis Beban Kerja dan diakhiri dengan perbaikan stasiun kerja agar dapat mengurangi waktu proses. Waktu proses setelah perbaikan dihitung kembali menggunakan Methods Time Measurement (MTM) dan dilanjutkan dengan perhitungan kembali jumlah tenaga kerja optimum. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan usulan perbaikan tempat kerja diberikan pada stasiun kerja 22 dan 44 menggunakan data antropometri tubuh manusia. Setelah dilakukan perbaikan jumlah operator optimal yang dibutuhkan untuk 52 stasiun kerja yaitu sebanyak 62 orang operator. Sehingga dibutuhkan tambahan 7 orang operator baru. Tambahan jumlah operator ini berkurang dua orang operator dibandingkan sebelum dilakukan tindakan perbaikan.*

**Kata Kunci:** Analisis beban kerja; MTM; Waktu Standar

### **1. PENDAHULUAN**

Prospek industri elektronika di Indonesia cukup bagus, dilihat dari perkembangan nilai investasi yang semakin meningkat setiap tahun. Nilai investasi pada industri elektronika dan telematika terus tumbuh dimana pada tahun 2015 mencapai USD 6,6 miliar atau naik dibandingkan tahun sebelumnya sebesar USD 5,9 miliar. Peningkatan tersebut berasal dari konsumsi produk elektronika sebesar USD 2,4 miliar, disusul produk telematika USD 5,5 juta dan produk komponen sebesar USD 3,6 miliar.

Persaingan yang semakin tinggi memaksa setiap perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan dengan cepat dan tepat dengan cara menjalankan operasional secara lebih efisien, baik dari sisi biaya, waktu, maupun proses untuk dapat bersaing dengan perusahaan-perusahaan lain. Untuk dapat bersaing, maka perusahaan diharapkan mempertimbangkan mengenai ketersediaan dan kemampuan sumber daya. Perusahaan dituntut untuk dapat mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki dengan baik.

Dalam suatu organisasi kuantitas SDM menjadi salah satu strategi untuk mencapai tujuan organisasi, karena hasil atau produk kerja harus sebanding dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan. Hal tersebut dapat dilakukan melalui suatu analisis beban kerja, sehingga pegawai dapat bekerja optimal sesuai kemampuan. Beban kerja adalah sejumlah target pekerjaan yang harus diselesaikan dalam setiap tugas, atau hasil kerja yang harus dicapai dalam satu satuan waktu tertentu dalam setiap tugas (Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara Republik Indonesia, 2004). Beban kerja merupakan dasar dalam Analisis Beban Kerja untuk perhitungan kebutuhan pegawai.

Penelitian ini dilakukan pada lini perakitan produk mesin cuci satu tabung. Dalam penelitian ini penulis mengambil waktu siklus pada proses perakitan untuk mesin cuci tipe PAW 8513M yang sudah dilengkapi dengan teknologi layar sentuh, dimana produk ini merupakan salah satu produk terbaru PT Hartono Istana Teknologi (HIT) yang baru diluncurkan pada tahun 2016.

Target produksi pada lini perakitan mesin cuci satu tabung tipe PAW 8513M yaitu sebesar 60 unit/jam, Namun kenyataannya proses produksi hanya mampu menghasilkan produk sebesar 39 unit/jam. Hal ini dikarenakan sering terjadi bottle neck yang disebabkan karena pembagian beban kerja yang tidak seimbang antar masing-masing operator.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan penulis kepada pihak-pihak terkait, diketahui bahwa pembagian beban kerja yang tidak seimbang antar masing-masing operator juga mengakibatkan penumpukan produk setengah jadi pada stasiun kerja 21, hal ini mengharuskan operator menghentikan jalannya conveyor hingga lini perakitan pada bagian main frame menghasilkan produk setengah jadi untuk dipasangkan di body mesin cuci pada stasiun kerja 21. Hal itu mengakibatkan stasiun kerja 21 dan stasiun kerja sebelumnya menganggur hingga conveyor dijalankan kembali.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan perhitungan waktu standar dari waktu proses yang telah ditentukan serta ditentukan ulang jumlah tenaga kerja optimum yang disesuaikan dengan besar beban kerja yang akan diberikan menggunakan metode analisis beban kerja, agar tidak ada lagi tenaga kerja yang kekurangan beban kerja dan tidak ada pula tenaga kerja yang mendapatkan beban kerja yang berlebihan. Serta akan diberikan usulan perbaikan kepada beberapa stasiun kerja yang memungkinkan untuk diperbaiki agar dapat mengurangi waktu proses tanpa harus melakukan penambahan jumlah tenaga kerja.

## 2. MEDOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pengukuran waktu

Pengukuran waktu kerja (*Time Study*) merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang diperlukan oleh seorang operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Niebel, 1988).

Secara garis besar teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi kedalam dua bagian yaitu (Sutalaksana dkk, 1979):

#### 1. Pengukuran waktu Secara Langsung

Pengukuran waktu kerja langsung adalah pengukuran dimana peneliti berada langsung ditempat pengamatan untuk mengamati waktu dan metode kerja operator dalam melakukan pekerjaannya. Pengukuran waktu secara langsung dapat dilakukan dengan dua acara yaitu:

- Menggunakan jam henti (*Stopwatch time Study*)
- Sampling kerja (*work sampling*).

#### 2. Pengukuran waktu secara tidak langsung.

Pengukuran waktu dilakukan tanpa harus berada ditempat pekerjaan yang sedang diamati. Untuk menentukan waktu standar dari suatu operasi, kita harus membagi operasi menjadi elemen-elemen kegiatan misalnya mengambil material, memotong, membersihkan, dan lain sebagainya. Pengukuran waktu dilakukan dengan melihat atau membaca tabel-tabel yang tersedia dari elemen-elemen gerakan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penentuan waktu standar secara tidak langsung yaitu *Methods Time Measurement* (MTM).

### 2.2 Perhitungan waktu standar

#### 2.2.1 Performance rating

Performance rating adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut (Niebel, 1988).

Performance Rating juga dapat diartikan untuk menganalisis dan mengevaluasi, menilai performance kerja yang ditujukan oleh operator. Perhitungan Performance Rating dapat dilakukan berdasarkan faktor-faktor penilaian Westinghouse secara subjektif (Wignjosoebroto, 1995) dan berdasarkan nilai penyesuaian menurut tingkat kesulitan (Sutalaksana dkk, 1979)

#### 2.2.2 Penentuan waktu normal

Rating faktor yang telah diuraikan diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Untuk maksud ini, maka waktu normal dapat diperoleh dari rumus berikut (Wignjosoebroto, 1995):

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Pengamatan} \times \frac{\text{Rating faktor \%}}{100\%} \quad (1)$$

#### 2.2.3 Penentuan kelonggaran (allowance)

Sutalaksana dkk (1979) menjelaskan bahwa kelonggaran dalam ruang lingkup *Time and Motion Study* untuk pengaplikasiannya dibagi menjadi tiga yaitu:

##### • Personal Allowance

Biasanya perusahaan akan memberikan kelonggaran personal kepada operator seperti minum, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar menghilangkan ketegangan. Hal ini mutlak, karena merupakan kebutuhan bagi operator.

- *Fatigue Allowance*

Kelonggaran kelelahan diberikan kepada pekerja dengan tujuan untuk memberikan waktu istirahat kepada pekerja disela-sela pekerjaannya. Kelonggaran ini juga bertujuan untuk mengembalikan konsentrasi pekerja dan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kerjanya.

- *Delay Allowance*

Kelonggaran *delay* digunakan untuk mengantisipasi akibat adanya keterlambatan proses pada suatu stasiun kerja dan menyebabkan *delay*.

## 2.2.4 Perhitungan waktu standar

Memperoleh waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi kerja, disini waktu normal harus ditambah dengan *allowance time* (yang merupakan persentase dari waktu normal). Disamping itu ada yang diberikan/dilonggarkan untuk berbagai macam hal per hari kerja. Dengan demikian waktu baku tersebut dapat diperoleh dengan mengaplikasikan rumus berikut (Wignjosoebroto, 1995):

$$\text{Waktu Standar} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{Allowance}} \quad (2)$$

## 2.3 Analisis beban kerja

Beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu (Menpan, 1997). Beban kerja adalah keseluruhan waktu yang digunakan oleh pegawai dalam melakukan aktivitas atau kegiatan selama jam kerja. Pengertian beban kerja dapat dilihat dari dua sudut pandang, yaitu secara obyektif adalah keseluruhan waktu yang dipakai atau jumlah aktivitas yang dilakukan. Beban kerja subyektif adalah ukuran yang dipakai seseorang terhadap pertanyaan tentang beban kerja yang diajukan, tentang perasaan kelebihan beban kerja, ukuran dari tekanan pekerjaan dari kepuasan kerja (Groenewegen & Hutten, 1997).

Pengukuran beban kerja dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai tingkat efektivitas dan efisiensi kerja organisasi berdasarkan banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu satu tahun. Selain untuk memperoleh informasi mengenai tingkat efektivitas dan efisiensi kerja organisasi, pengukuran beban kerja juga dilakukan untuk menetapkan jumlah jam kerja dan jumlah orang yang diperlukan dalam rangka menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu (Kommaruddin, 1996).

Pengukuran beban kerja dapat dilakukan dalam berbagai prosedur. Metode yang dipilih oleh peneliti dalam penelitian ini adalah teknik pengukuran kinerja berdasarkan waktu (*time-study method*). Teknik pengukuran kinerja berdasarkan waktu pertama kali diperkenalkan oleh F. W. Taylor pada tahun 1891.

Sutalaksana dkk (2006) menyatakan bahwa Pengukuran waktu dapat digunakan untuk mendapatkan ukuran tentang beban dan kinerja yang berlaku dalam suatu sistem kerja. Karena metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah metode ilmiah, maka hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Melalui pengukuran ini pengukur memperoleh ukuran kuantitatif yang benar tentang kinerja dan beban kerja.

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah kebutuhan tenaga kerja berdasarkan analisis beban kerja adalah (Ranupandojo, 1990):

$$\text{WLA} = \frac{\text{Jumlah produksi yang digunakan} \times \text{waktu baku per unit}}{\text{Hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times 1 \text{ orang} \quad (4)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui jumlah sampel data yang diambil telah cukup untuk pengolahan data pada proses selanjutnya. Dalam pengujian digunakan rumus:

$$N' = \left[ \frac{k/\sqrt{i} \sum n^2 - (\sum n)^2}{\sum n} \right] \quad (5)$$

Keterangan:

N : Jumlah pengamatan yang dilakukan

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilaksanakan

n : waktu yang dibaca oleh *stopwatch* untuk tiap-tiap individu pengamatan

Perhitungan uji kecukupan data untuk 52 stasiun kerja pada lini perakitan perakitan mesin cuci satu tabung untuk tipe PAW 8513M dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan uji kecukupan data**

Stasiun kerja	N	N'	Keterangan	Stasiun kerja	N	N'	Keterangan
1	8	0,94	N>N'	27	8	0,57	N>N'
2	8	2,31	N>N'	28	8	0,86	N>N'
3	8	1,40	N>N'	29	8	2,81	N>N'
4	8	1,17	N>N'	30	8	1,14	N>N'
5	8	1,37	N>N'	31	8	2,65	N>N'
6	8	0,80	N>N'	32	8	0,88	N>N'
7	8	0,93	N>N'	33	8	1,35	N>N'
8	8	0,78	N>N'	34	8	1,12	N>N'
9	8	1,03	N>N'	35	8	1,53	N>N'
10	8	1,31	N>N'	36	8	2,27	N>N'
11	8	1,58	N>N'	37	8	0,45	N>N'
12	8	2,13	N>N'	38	8	3,31	N>N'
13	8	1,21	N>N'	39	8	1,15	N>N'
14	8	1,09	N>N'	40	8	1,54	N>N'
15	8	1,10	N>N'	41	8	1,97	N>N'
16	8	0,75	N>N'	42	8	0,84	N>N'
17	8	0,67	N>N'	43	8	1,39	N>N'
18	8	1,09	N>N'	44	8	0,77	N>N'
19	8	0,51	N>N'	45	8	2,30	N>N'
20	8	1,12	N>N'	46	8	1,69	N>N'
21	8	0,65	N>N'	47	8	2,28	N>N'
22	8	0,83	N>N'	48	8	2,87	N>N'
23	8	0,73	N>N'	49	8	1,09	N>N'
24	8	0,62	N>N'	50	8	2,71	N>N'
25	8	0,93	N>N'	51	8	2,71	N>N'
26	8	1,48	N>N'	52	8	0,92	N>N'

Perhitungan uji kecukupan data pada tabel 1 menunjukkan bahwa nilai N pada seluruh stasiun kerja lebih besar dibandingkan dengan nilai N'. Hal ini berarti pengambilan sampel yang dilakukan mencukupi dan pengolahan data lebih lanjut dapat dilakukan.

### 3.2 Perhitungan performance rating

Perhitungan performance rating perlu dilakukan untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu yang diperlukan oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Perhitungan performance rating untuk setiap stasiun kerja dapat dilihat pada tabel 2:

**Tabel 2.** Rekapitulasi perhitungan *performance rating*

Stasiun kerja	Performance Rating Subjektif	Performance Rating Objektif	Faktor Penyesuaian (p)	Stasiun Kerja	Performance Rating Subjektif	Performance Rating Objektif	Faktor Penyesuaian (p)
1	1,12	1,21	1,3552	27	1,12	1,13	1,2656
2	1,12	1,18	1,3216	28	1,12	1,16	1,2992
3	1,12	1,08	1,2096	29	1,12	1,11	1,2432
4	1,12	1,21	1,3552	30	1,12	1,06	1,1872
5	1,12	1,08	1,2096	31	1,12	1,09	1,2208
6	1,12	1,04	1,1648	32	1,12	1,06	1,1872
7	1,12	1,04	1,1648	33	1,12	1,09	1,2208
8	1,12	1,04	1,1648	34	1,12	1,06	1,1872
9	1,12	1,11	1,2432	35	1,12	1,19	1,3328
10	1,12	1,07	1,1984	36	1,12	1,08	1,2096
11	1,12	1,17	1,3104	37	1,12	1,09	1,2208
12	1,12	1,1	1,2320	38	1,12	1,08	1,2096
13	1,12	1,22	1,3664	39	1,12	1,05	1,1760
14	1,12	1,17	1,3104	40	1,12	1,1	1,2320
15	1,12	1,09	1,2208	41	1,12	1,11	1,2432
16	1,12	1,07	1,1984	42	1,12	1,11	1,2432
17	1,12	1,1	1,2320	43	1,12	1,09	1,2208
18	1,12	1,12	1,2544	44	1,12	1,1	1,2320
19	1,12	1,09	1,2208	45	1,12	1,09	1,2208
20	1,12	1,27	1,4224	46	1,12	1,07	1,1984
21	1,12	1,27	1,4224	47	1,12	1,33	1,4896
22	1,12	1,12	1,2544	48	1,12	1,07	1,1984
23	1,12	1,08	1,2096	49	1,12	1,16	1,2992
24	1,12	1,09	1,2208	50	1,12	1,08	1,2096
25	1,12	1,12	1,2544	51	1,12	1,08	1,2096
26	1,12	1,09	1,2208	52	1,12	1,36	1,5232

### 3.3 Perhitungan waktu normal

Perhitungan waktu normal dilakukan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah.

Contoh perhitungan SK 1:

Waktu Normal = Rata – rata waktu siklus x *performance rating*

Rata – rata waktu pengamatan

$$= \frac{(32,059 + 30,264 + \dots + 30,371)}{8} = 31,23025 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu Normal} = 31,23025 \times 1,3552 = 42,323$$

Perhitungan waktu normal untuk setiap stasiun kerja dapat dilihat pada tabel 3:

**Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan waktu normal**

Stasiun Kerja	Rata-rata Waktu Siklus	Faktor Penyesuaian (p)	waktu normal	Stasiun Kerja	Rata-rata Waktu Siklus	Faktor Penyesuaian (p)	waktu normal
1	31,230	1,355	42,323	27	54,817	1,266	69,376
2	35,497	1,355	48,105	28	91,580	1,299	118,981
3	40,157	1,210	48,574	29	27,538	1,243	34,235
4	33,390	1,400	46,746	30	33,555	1,187	39,836
5	33,922	1,210	41,032	31	27,348	1,221	33,387
6	25,408	1,165	29,595	32	40,069	1,187	47,569
7	27,312	1,165	31,813	33	27,344	1,221	33,381
8	39,783	1,165	46,340	34	36,850	1,187	43,749
9	29,052	1,243	36,117	35	64,142	1,333	85,488
10	36,517	1,198	43,762	36	36,740	1,210	44,440
11	28,211	1,310	36,968	37	39,290	1,221	47,966
12	18,545	1,232	22,848	38	19,751	1,210	23,891
13	32,098	1,366	43,859	39	41,447	1,176	48,742
14	34,734	1,310	45,516	40	34,919	1,232	43,020
15	21,469	1,221	26,210	41	25,549	1,243	31,763
16	27,293	1,198	32,707	42	31,357	1,243	38,983
17	39,430	1,232	48,578	43	30,078	1,221	36,719
18	34,583	1,254	43,381	44	44,099	1,232	54,330
19	31,401	1,221	38,335	45	16,243	1,221	19,830
20	33,204	1,422	47,229	46	34,529	1,198	41,380
21	77,719	1,422	110,547	47	18,980	1,490	28,272
22	82,341	1,254	103,289	48	13,004	1,198	15,584
23	42,323	1,210	48,835	49	31,408	1,299	40,805
24	65,042	1,221	79,404	50	31,227	1,210	37,772
25	72,013	1,254	90,333	51	18,671	1,210	22,585
26	65,846	1,221	80,384	52	27,622	1,523	42,073

### 3.4 Penentuan allowance

Pemberian *allowance* dibutuhkan untuk memberi waktu kepada operator untuk menghentikan kerja, membutuhkan waktu-waktu khusus untuk kebutuhan pribadi, istirahat melepas lelah dan alasan-alasan lain di luar control operator. Penentuan *allowance* yang akan diberikan kepada operator dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Penentuan allowance**

No	Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran (%)
1	Tenaga yang Dikeluarkan	Bekerja dimeja, berdiri	5
2	Sikap Kerja	Badan tegak, ditumpu dua kaki	2
3	Gerakan Kerja	Normal, ayunan bebas	0
4	Kelelahan Mata	Pandangan terputus-putus (pencahayaan baik)	2
5	Keadaan Temperatur Tempat Kerja	Temperatur 28-38	5

No	Faktor	Pekerjaan	Kelonggaran(%)
1	Tenaga yang Dikeluarkan	Bekerja dimeja, berdiri	5
2	Sikap Kerja	Badan tegak, ditumpu dua kaki	2
3	Gerakan Kerja	Normal, ayunan bebas	0
4	Kelelahan Mata	Pandangan terputus-putus (pencahayaan baik)	2
5	Keadaan Temperatur Tempat Kerja	Temperatur 28-38	5
6	Keadaan Atmosfer	ventilasi kurang baik (tidak berbahaya)	2
7	Keadaan Lingkungan yang Baik	Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah	0
	Sub Total		16
	Kebutuhan Pribadi	Wanita	3
	Total		19

### 3.5 Penentuan waktu standar

Waktu standar merupakan waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja yang bekerja dalam tempo yang wajar untuk mengerjakan suatu tugas yang spesifik dalam sistem kerja yang terbaik. Perhitungan waktu standar untuk setiap stasiun kerja dapat dilihat pada tabel 5:

**Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan waktu standar**

Stasiun Kerja	Waktu Standar	Stasiun Kerja	Waktu Standar	Stasiun Kerja	Waktu Standar
1	52,25	19	47,33	37	59,22
2	59,39	20	58,31	38	29,50
3	59,97	21	136,48	39	60,17
4	57,71	22	127,52	40	53,11
5	50,66	23	60,29	41	39,21
6	36,54	24	98,03	42	48,13
7	39,27	25	111,52	43	45,33
8	57,21	26	99,24	44	67,07
9	44,59	27	85,65	45	24,48
10	54,03	28	146,89	46	51,09
11	45,64	29	42,27	47	34,90
12	28,21	30	49,18	48	19,24
13	54,15	31	41,22	49	50,38
14	56,19	32	58,73	50	46,63
15	32,36	33	41,21	51	27,88
16	40,38	34	54,01	52	51,94
17	59,97	35	105,54		
18	53,56	36	54,86		

### 3.6 Analisis beban kerja dan perhitungan tenaga kerja optimal

Pada perhitungan beban kerja digunakan waktu kerja pada lini perakitan mesin cuci satu tabung tipe PAW 8513M dalam 1 hari yaitu 8 jam kerja, Maka:

Total waktu kerja =  $8 \times 3600 = 28800$  detik/hari

Target volume pekerjaan =  $60 \times 8 \times 5 = 2400$  unit/minggu

Hari kerja = 5 hari/minggu

Contoh perhitungan untuk Stasiun Kerja 1

WLA =  $\frac{\text{Target volume pekerjaan} \times \text{waktu baku per unit}}{\text{Hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times 1 \text{ orang}$

WLA =  $\frac{2400 \times 52,25}{5 \times 28800} \times 1 \text{ orang} = 0,8798$

Rekapitulasi perhitungan beban kerja dan jumlah tenaga kerja (TK) pada setiap stasiun kerja yang dibutuhkan dan jumlah tenaga kerja (TK) saat ini dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan Jumlah Tenaga Kerja**

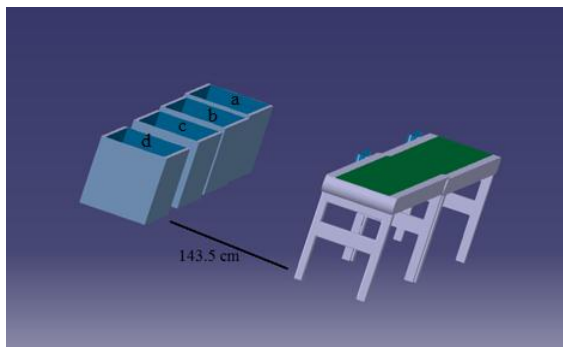
Stasiun Kerja	Beban Kerja	TK awal (orang)	TK yang dibutuhkan (orang)	Stasiun Kerja	Beban Kerja	TK awal (orang)	TK yang dibutuhkan (orang)
1	0,87	1	1	28	2,45	1	3
2	0,99	1	1	29	0,70	1	1
3	1,00	1	1	30	0,82	1	1
4	0,96	1	1	31	0,69	1	1
5	0,84	1	1	32	0,98	1	1
6	0,61	1	1	33	0,69	1	1
7	0,65	1	1	34	0,90	1	1
8	0,95	1	1	35	1,76	1	2
9	0,74	1	1	36	0,91	1	1
10	0,90	1	1	37	0,99	1	1
11	0,76	1	1	38	0,49	1	1
12	0,47	1	1	39	1,00	1	1
13	0,90	1	1	40	0,89	1	1
14	0,94	1	1	41	0,65	1	1
15	0,54	1	1	42	0,80	1	1
16	0,67	1	1	43	0,76	1	1
17	1,00	1	1	44	1,12	1	2
18	0,89	1	1	45	0,41	1	1
19	0,79	1	1	46	0,85	1	1
20	0,97	2	1	47	0,58	1	1
21	2,27	3	3	48	0,32	1	1
22	2,13	1	3	49	0,84	1	1
23	1,00	1	1	50	0,78	1	1
24	1,63	1	2	51	0,46	1	1
25	1,86	1	2	52	0,87	1	1
26	1,65	1	2	Total Jumlah Operator		55	64
27	1,43	1	2				

### 3.7 Usulan perbaikan tempat kerja

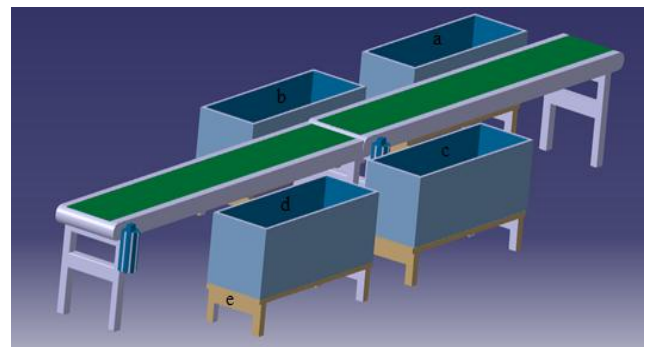
Usulan perbaikan dilakukan pada stasiun kerja yang memiliki beban kerja yang berlebih serta masih memungkinkan untuk dilakukan perbaikan. Usulan perbaikan tempat kerja akan diberikan pada stasiun kerja 22 dan 44. Pada stasiun kerja 22 besar beban kerja yang diterima oleh operator adalah sebesar 2,13, terlihat bahwa terdapat beban kerja yang berlebih sebesar 1,13 sehingga dibutuhkan penambahan 2 orang operator. Disini penulis mencoba memberikan beberapa usulan perbaikan tempat kerja yang dapat mengurangi waktu kerja pada stasiun kerja tersebut, sehingga hanya diperlukan penambahan 1 orang operator saja.

Sedangkan stasiun kerja 44 beban kerja yang diterima oleh operator adalah sebesar 1,12. Pada stasiun kerja 44 ini terdapat beban kerja yang berlebih hanya sebesar 0,12. Oleh karena itu, penulis mencoba memberikan beberapa usulan perbaikan tempat kerja yang dapat mengurangi waktu kerja pada stasiun kerja tersebut, sehingga tidak diperlukan penambahan jumlah operator.





a. Kondisi Awal Stasiun Kerja 22

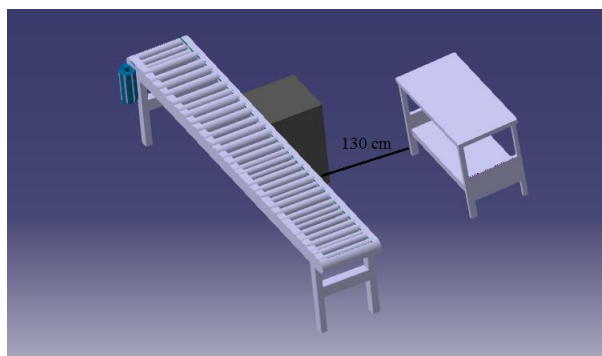


b. Stasiun Kerja 22 Setelah Perbaikan

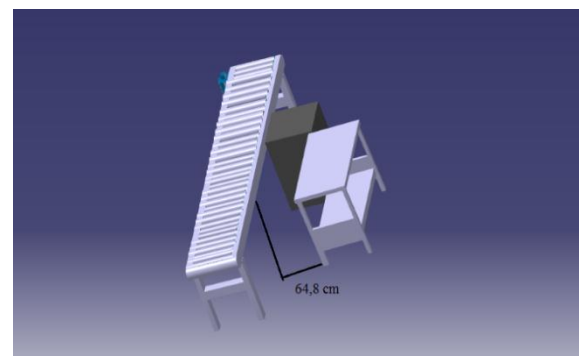
**Gambar 1. Usulan perbaikan tempat kerja stasiun kerja 22**

Keterangan:

- a: Tempat *main frame*
- b: Tempat *modul touchscreen*
- c: Tempat *modul power*
- d: Tempat *cover for modul*
- e: Meja tempat kotak



a. Kondisi Awal Stasiun Kerja 44



b. Stasiun Kerja 44 setelah perbaikan

**Gambar 2. Usulan perbaikan tempat kerja stasiun kerja 44**

Usulan perbaikan tempat kerja dilakukan menggunakan perhitungan data antropometri yang dibutuhkan untuk perancangan fasilitas kerja. Hal ini dilakukan agar fasilitas tempat kerja ergonomis sehingga operator dapat melakukan pekerjaannya secara efektif, efisien, aman dan mampu menciptakan lingkungan fisik kerja yang layak dan aman bagi operator.

Setelah dilakukan perbaikan tempat kerja, selanjutnya dilakukan perhitungan waktu siklus menggunakan MTM (Method Time Measurement). Perhitungan yang dilakukan membuktikan bahwa perbaikan tempat kerja mampu mengurangi waktu siklus yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan. Dimana waktu siklus awal stasiun kerja 22 sebesar 82,341 detik berkurang menjadi 53,067 detik. Begitu pula pada stasiun kerja 44, dari waktu siklus sebesar 44,099 detik berkurang menjadi 36,76 detik.

Setelah diperoleh waktu siklus dilakukan perhitungan waktu normal dan waktu standar berdasarkan performance rating dan allowance yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah itu diperoleh beban kerja baru yang diterima operator setelah perbaikan tempat kerja yaitu stasiun kerja 22 sebesar 1,37 dan stasiun kerja 44 sebesar 0,93. Berdasarkan beban kerja tersebut stasiun kerja 22 hanya perlu menambah 1 orang operator sedangkan stasiun kerja 44 tidak perlu menambahkan jumlah operator. Sehingga diperoleh jumlah operator optimal yang dibutuhkan untuk 52 stasiun kerja yaitu sebanyak 62 orang operator. Hal ini berarti dibutuhkan tambahan 7 orang operator baru untuk lini perakitan mesin cuci satu tabung untuk tipe PAW 8513M. Tambahan jumlah operator ini berkurang dua orang operator dibandingkan sebelum dilakukan tindakan perbaikan. Total jumlah operator yang dibutuhkan setelah dilakukannya perbaikan dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan beban kerja dan jumlah tenaga kerja setelah perbaikan**

Stasiun Kerja	Beban Kerja	TK yang dibutuhkan (orang)	Stasiun Kerja	Beban Kerja	TK yang dibutuhkan (orang)
1	0,87	1	28	2,45	3
2	0,99	1	29	0,70	1
3	1,00	1	30	0,82	1
4	0,96	1	31	0,69	1
5	0,84	1	32	0,98	1
6	0,61	1	33	0,69	1
7	0,65	1	34	0,90	1
8	0,95	1	35	1,76	2
9	0,74	1	36	0,91	1
10	0,90	1	37	0,99	1
11	0,76	1	38	0,49	1
12	0,47	1	39	1,00	1
13	0,90	1	40	0,89	1
14	0,94	1	41	0,65	1
15	0,54	1	42	0,80	1
16	0,67	1	43	0,76	1
17	1,00	1	44	0,93	1
18	0,89	1	45	0,41	1
19	0,79	1	46	0,85	1
20	0,97	1	47	0,58	1
21	2,27	3	48	0,32	1
22	1,37	2	49	0,84	1
23	1,00	1	50	0,78	1
24	1,63	2	51	0,46	1
25	1,86	2	52	0,87	1
26	1,65	2	Total Jumlah Operator		62
27	1,43	2			

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lini perakitan mesin cuci satu tabung untuk tipe PAW 8513M pada PT Hartono Istana Teknologi diperoleh kesimpulan dari hasil pengolahan data waktu siklus yang dilakukan pada lini perakitan mesin cuci satu tabung tipe PAW 8513M diperoleh waktu standar terbesar terdapat pada stasiun kerja 28 yaitu sebesar 146,89. Waktu standar tersebut sangat besar jauh melampaui waktu yang ditetapkan perusahaan untuk menyelesaikan satu unit produk yaitu sebesar 60 detik.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah tenaga kerja optimal berdasarkan beban kerja yang diperoleh operator diketahui bahwa stasiun kerja 24, 25, 26, 27, 35, dan 44 membutuhkan masing-masing satu orang tambahan operator. Sedangkan stasiun kerja 22 dan 28 membutuhkan 2 orang tambahan operator. Selain itu stasiun kerja 20 perlu dilakukan pengurangan operator dari 2 orang operator menjadi 1 orang operator. Berdasarkan perhitungan tersebut dibutuhkan tambahan 9 orang operator, sehingga jumlah operator optimal yang dibutuhkan untuk 52 stasiun kerja yaitu sebanyak 64 orang operator.

Berdasarkan kondisi lapangan yang diamati penulis, perbaikan tempat kerja dilakukan pada stasiun kerja 22 dan 44. Usulan perbaikan tempat kerja dilakukan menggunakan perhitungan data antropometri yang dibutuhkan untuk perancangan fasilitas kerja. Hal ini dilakukan agar fasilitas tempat kerja ergonomis sehingga operator dapat melakukan pekerjaannya secara efektif, efisien, aman dan mampu menciptakan lingkungan fisik kerja yang layak dan aman bagi operator.

Setelah dilakukan perbaikan tempat kerja, dilakukan perhitungan waktu siklus menggunakan MTM (*Method Time Measurement*) dan diperoleh pengurangan waktu standar dimana waktu standar awal stasiun kerja 22 sebesar 127,52 detik berkurang menjadi 82,155 detik. Begitu pula pada stasiun kerja 44, dari waktu siklus sebesar 67,07detik berkurang menjadi 55,912 detik. Berdasarkan waktu standar diperoleh beban kerja baru yang diterima operator setelah perbaikan tempat kerja yaitu stasiun kerja 22 sebesar 1,37 dan stasiun kerja 44 sebesar 0,93. Sehingga stasiun kerja 22 hanya perlu menambah 1 orang operator sedangkan stasiun kerja 44 tidak perlu menambahkan jumlah operator. Sehingga diperoleh jumlah operator optimal yang dibutuhkan untuk 52 stasiun kerja yaitu sebanyak 62 orang operator. Hal ini berarti dibutuhkan tambahan 7 orang operator baru untuk lini perakitan mesin cuci satu tabung untuk tipe PAW 8513M. Tambahan jumlah operator ini berkurang dua orang operator dibandingkan sebelum dilakukan tindakan perbaikan.

#### PUSTAKA

- Groenewegen, P., & Hutten, J. (1991). "Workload and job satisfaction among general practitioners: A review of the literature," *Social Science and Medicine*. Vol. 32, no. 5, pp. 1111-1119.
- Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara Republik Indonesia. (2004). *Pedoman Perhitungan Kebutuhan Pegawai Berdasarkan Beban Kerja dalam Rangka Penyusunan Formasi Pegawai Negeri Sipil* (Kep. Men.PAN Nomor: KEP/75/M.PAN/7/2004). Jakarta.
- Kommaruddin. (1996). *Beban Kerja*. (<http://www.bkn.go.id>) diakses 25 oktober 2016.
- Menpan. (1997). *Defenisi Beban Kerja*. (<http://bkn.go.id>) diakses 25 Oktober 2016.
- Niebel, B.W. (1988). *Motion and Time Study 8th edition*. United States of America.
- Ranupandojo, Heidjrahman. (1990). *Manajemen Personalia*. Yogyakarta: BPFE.
- Sutalaksana, Iftikar Z et al. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- Sutalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Prima Printing.

## REDESAIN STASIUN KERJA FILLING DENGAN MENGGUNAKAN TIMBANGAN FLEKSIFORCE UNTUK MEMPERBAIKI POSTUR KERJA OPERATOR

Ratna Purwaningsih<sup>1</sup>, Suci Permata Sari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052  
E-mail: ratna\_ti2005@yahoo.com

### ABSTRAKS

Proses penanganan material beresiko memicu terjadinya penyakit otot dan rangka atau MSD (*musculoskeletal disorder*) terutama pada durasi kerja yang panjang. Tingginya tingkat keluhan *musculoskeletal disorder* pada stasiun filling PT Bina Guna Kimia FMC mencapai 60%. Berdasarkan evaluasi RULA ditemukan tingkat keluhan MSD yang paling tinggi berasal dari stasiun kerja filling untuk operasi kerja penimbangan berat produk Furadan 3GR. Nilai total postur kerja operator menunjukkan angka 6. Frekuensi kerja yang repetitif dalam durasi 8 jam kerja mengindikasikan perubahan harus segera dilakukan. Dari hasil pengolahan data disimpulkan bahwa stasiun kerja filling membutuhkan perancangan ulang dengan mengganti timbangan standar yang digunakan secara manual dengan timbangan konveyor sensor flexiforce output suara yang dapat bergerak secara otomatis. Dengan menggunakan software CATIA, perancangan konveyor dilakukan berdasarkan kaidah ergonomi dengan dimensi timbangan yang dibuat sesuai antropometri. Kemudian dilakukan evaluasi RULA untuk menunjukkan perbaikan postur kerja yang terjadi dengan menggunakan timbangan konveyor flexiforce output suara pada rancangan stasiun kerja filling Furadan 3GR yang baru. Postur kerja operator dengan fasilitas hasil redesain memiliki hasil skor final RULA lebih kecil pada beberapa bagian tubuh, pergelangan tangan pada angka 2, tidak lagi mengalami fleksi dan ekstensi, skor *trunk* dari 5 menjadi 1. Final skor sebelum perancangan ulang stasiun kerja bernilai 6 berarti perlu perbaikan segera, dan setelah dilakukan redesain skor final berubah menjadi 2 yang berarti aman bagi kesehatan operator.

**Kata Kunci:** CATIA; flexiforce; *Musculoskeletal disorder*; RULA

### 1. PENDAHULUAN

PT Bina Guna Kimia FMC adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi pestisida. Beberapa operasi kerja masih dilaksanakan secara manual. Pada sistem produksi manual, desain fasilitas kerja dan metode kerja akan berpengaruh pada postur kerja yang harus dilakukan operator. Postur kerja yang tidak tepat dapat menimbulkan keluhan MSD atau *musculoskeletal disorder*. Resiko yang mungkin terjadi akibat keluhan MSD ingin diantisipasi oleh pihak perusahaan sebelum mengakibatkan penyakit akibat kerja. Berdasarkan data klinik kesehatan PT Bina Guna Kimia periode Desember 2012- Juni 2013 tingkat keluhan untuk penyakit otot dan rangka (*arthritis, rematoid, myalgia*) memiliki prosentase yang paling tinggi yaitu 60 % dibandingkan keluhan penyakit lainnya. Penyakit lainnya adalah gangguan pernapasan dan gangguan saluran pencernaan.

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengkategorikan "penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan" sebagai penyakit yang disebabkan oleh multifaktorial ( Fisik, organisasi kerja, Psikososial, individu, dan sosial budaya). Faktor-faktor tersebut menyebabkan terjadinya penyakit MSD (WHO1987). Istilah gangguan muskuloskeletal (MSDs) mengacu pada kondisi yang melibatkan saraf, tendon, otot, dan struktur pendukung tubuh (NIOSH, 1997). Untuk mengetahui penyebab dari tingginya tingkat keluhan MSD dapat digunakan formulir RULA dan REBA (Highnett dan McAtamney, 2000). Berdasarkan rekapitulasi final skor kedua metode tersebut terlihat bahwa sejumlah aktivitas menghasilkan final skor postur yang berbahaya. Postur kerja dengan skor final tertinggi yaitu 6, artinya indikasi resiko tinggi dan butuh perubahan segera terjadi pada aktivitas penimbangan Furadan 3GR.

Furadan 3GR adalah salah satu produk pestisida unggulan PT Bina Guna Kimia. Angka 3 menunjukkan banyaknya kandungan karbofuran sebesar 3% dan arti GR adalah granula/butiran yang biasanya berwarna ungu. Jumlah produksi pestisida granula merk tersebut adalah yang paling tinggi mencapai 55% dari total produk pestisida oleh PT Bina Guna Kimia. Setiap harinya antara 90 ton sampai 140 ton di produksi untuk produk jenis Furadan 3GR.

Terdapat 6 aktivitas utama pada bagian produksi Furadan 3GR yaitu aktivitas *filling, packing, sealing, stamping*, dan *palleting*. Hasil penilaian formulir RULA pada produksi area kerja *filling* Furadan 3GR memberi

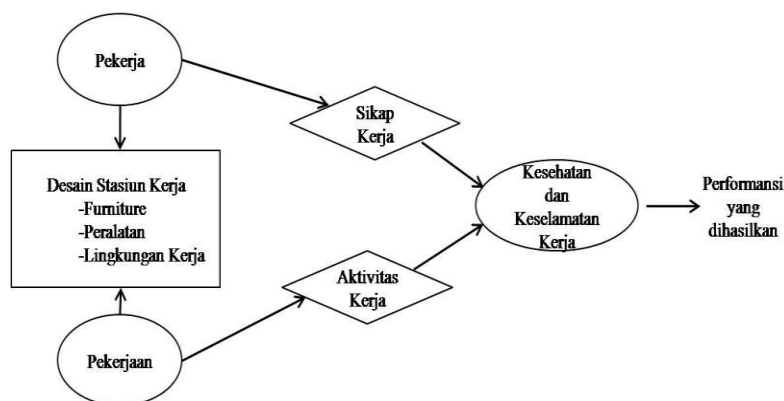
nilai tertinggi. Selain skor postur kerja yang buruk, stasiun kerja ini berpotensi terjadinya kecelakaan kerja karena adanya mesin yang bergerak yaitu *swan conveyor* dan set *pack off conveyor*. Perlu dilakukan perancang suatu alat bantu berupa timbangan yang lebih mudah dioperasikan dan diletakkan pada tempat yang sesuai. Timbangan ini harus mampu bergerak secara otomatis sekaligus mengukur berat yang dilengkapi dengan hasil keluaran berupa tampilan angka berat yang ditimbang secara otomatis sehingga peluang terjadinya kesalahan dalam proses pembacaan data dapat diperkecil. Untuk mempermudah pemakai dalam melihat hasil pengukuran dilakukan lewat monitor yang dirancang ergonomis.

Perancangan timbangan konveyor merupakan teknologi instalasi yang sudah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya (Purnama, 2013). Timbangan ini dibuat mampu mengukur hingga berat maksimal mencapai 45 kg. Selain itu, media keluaran dari hasil pengukuran ini dapat dilihat dan didengar melalui LCD dan speaker. *Output* suara dipilih setelah mempertimbangkan kondisi mesin *filler* di lantai produksi yang sensitif terhadap cahaya. Diharapkan dengan adanya perbaikan desain stasiun kerja dengan penambahan timbangan konveyor sensor *flexiforce* dengan *output* suara ini dapat mengurangi jumlah keluhan *musculoskeletal disorder*. Tujuan yang ingin dari penelitian ini adalah (1) Memperoleh rancangan stasiun kerja baru sebagai usulan perbaikan untuk stasiun kerja operator *filling* Furadan 3GR, (2) Memperoleh skor RULA yang lebih baik untuk postur kerja operator setelah perancangan ulang stasiun kerja *filling* Furadan 3GR.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode kerja yang tidak tepat dapat memicu munculnya postur kerja yang kurang baik bagi kesehatan dan menimbulkan keluhan penyakit otot dan rangka atau juga yang dikenal dengan istilah *musculoskeletal disorder* (Peter dalam Tarwaka 2004). Keluhan ini muncul akibat kontraksi otot berlebihan karena pemberian beban kerja yang terlalu berat dan durasi yang panjang sehingga merusak persendian (Grandjean 2003; Manuaba 2000). Resiko yang muncul akibat keluhan *musculoskeletal disorder* (MSDs) yang tinggi ingin diantisipasi oleh pihak perusahaan sebelum mempengaruhi kesehatan operator secara kompleks.

Berdasarkan keseluruhan penilaian postur kerja yang telah dilakukan ditemukan bahwa terbentuknya postur kerja yang buruk adalah akibat dari tata letak timbangan yang tidak benar. Tata letak yang tidak tepat menyebabkan operator harus melakukan pergerakan yang beresiko saat melakukan elemen kerjanya. Menurut Kromer (1999) interaksi antara pekerja, pekerjaan, desain stasiun kerja dan performansi diberikan pada gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Interaksi Antara Pekerja, Pekerjaan, Desain Stasiun Kerja Dan Performansi (Kromer, 1999)

Metode penelitian berisi tahap-tahap penelitian sehingga pemecahan masalah dapat dilakukan dengan terarah, terencana, sistematis dan memudahkan dalam menganalisis permasalahan yang ada.

Tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

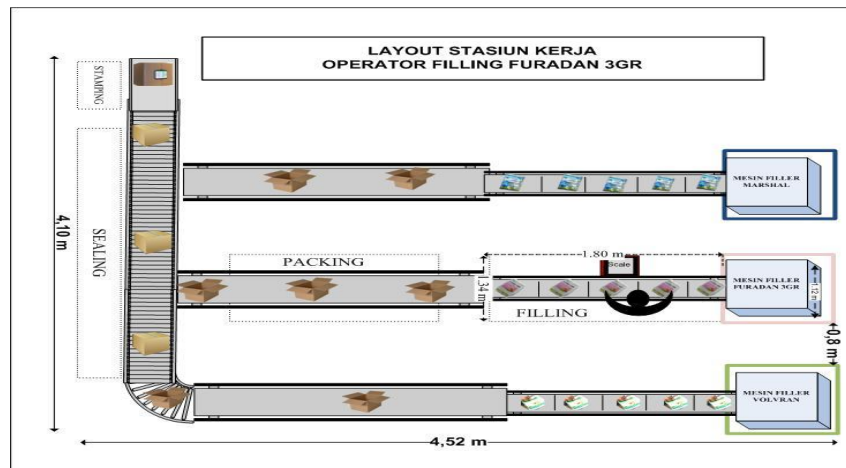
1. Pengumpulan data kondisi area kerja operator seperti luas stasiun kerja, lay out area kerja, postur kerja awal dan dokumentasi fasilitas kerja yang digunakan (timbangan digital dan conveyor sebagai meja kerja).
2. Perancangan Fasilitas kerja. Data anthropometri yang digunakan dalam perancangan stasiun kerja *filling* Furadan 3GR menggunakan hasil interpolasi masyarakat British dan Hongkong terhadap masyarakat Indonesia dengan nilai persentil 95 wanita. Data anthropometri yang akan dipakai dalam merancang timbangan digital *flexiforce* adalah dimensi tinggi mata pada saat tubuh berdiri. Dimensi tersebut digunakan untuk perancangan tinggi layar monitor untuk timbangan digital *flexiforce*.
3. Perancangan Alat Dan Stasiun Kerja menggunakan software CATIA yang dimensinya telah disesuaikan dengan ukuran anthropometri. Perhitungan Dimensi Dengan Persentil

4. Pembuatan Rancangan Konveyor timbangan *flexiforce output* suara. Rancangan komponen konveyor terdiri atas monitor, rahang monitor, tiang penyangga monitor, *belt*, *pulleys*, kotak instalasi, kaki penyangga *belt*, dan *speaker*.

Berikut ini data data yang diperoleh tentang kondisi stasiun kerja.

a. Luas Stasiun Kerja

Luas stasiun kerja area filling Furadan 3GR setelah dilakukan pengukuran adalah 2,4 m dengan rincian panjang adalah 1,80 meter dan lebar stasiun kerja adalah 1,34 m. Gambar 1 menunjukkan lay out area kerja *filling* Furadan 3GR. Lay out stasiun kerja diberikan pada gambar 2.



Gambar 2. Lay out Stasiun Kerja produksi Furadan 3GR

b. Postur kerja operator

Dokumentasi kondisi nyata dari postur kerja aktivitas penimbangan Furadan 3GR oleh operator bagian *filling* yang ditunjukkan gambar 3 berikut :



Gambar 3. Postur Kerja Wanita pada Stasiun kerja *Filling* Furadan 3GR

Pada gambar 2 diperlihatkan posisi operator yang melakukan penimbangan produk Furadan 3GR 1 kg yang sudah diisi dan dikemas oleh mesin pengisi (*filler*). Melalui *swan conveyor*, produk tersebut bergerak menuju operator yang bertugas untuk menimbang Furadan 3GR yang keluar dari mesin *filler*. Dengan menggunakan tangan kanannya produk tersebut dipindahkan ke atas timbangan digital standar. Setelah ditimbang, Furadan 3GR kemudian diletakkan kembali ke atas *swan conveyor* dan bergerak memasuki area *packing*. Operator tersebut harus meletakkan produk Furadan ke atas timbangan digital standar yang lazimnya digunakan oleh swalayan untuk menimbang produk seperti buah-buahan dan

sayuran. Timbangan tersebut tidak diletakkan dalam area jangkauan operator sehingga memaksa operator untuk membungkukkan badannya di antara mesin *filler*, *swan conveyor* dan *set pack-off conveyor* yang sedang beroperasi. Total skor dari postur yang dilakukan oleh operator saat melakukan pekerjaannya berada pada nilai 6. Angka tersebut menunjukkan adanya resiko yang sangat tinggi dari keseluruhan postur anggota tubuh yang digunakan untuk melakukan pekerjaan. Penyelidikan yang mendalam diperlukan serta perubahan harus segera dilakukan.

c. Urutan Metode Kerja

Urutan metode kerja operator digunakan untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali penimbangan. Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh 5,1 detik sebagai waktu yang diperlukan untuk operator melakukan 1 kali proses penimbangan. Pengukuran dilakukan dengan memetakan urutan langkah kerja operator seperti pada table 1.

**Tabel 1. Urutan Metode Kerja Aktifitas Penimbangan Berat Furadan 3GR**

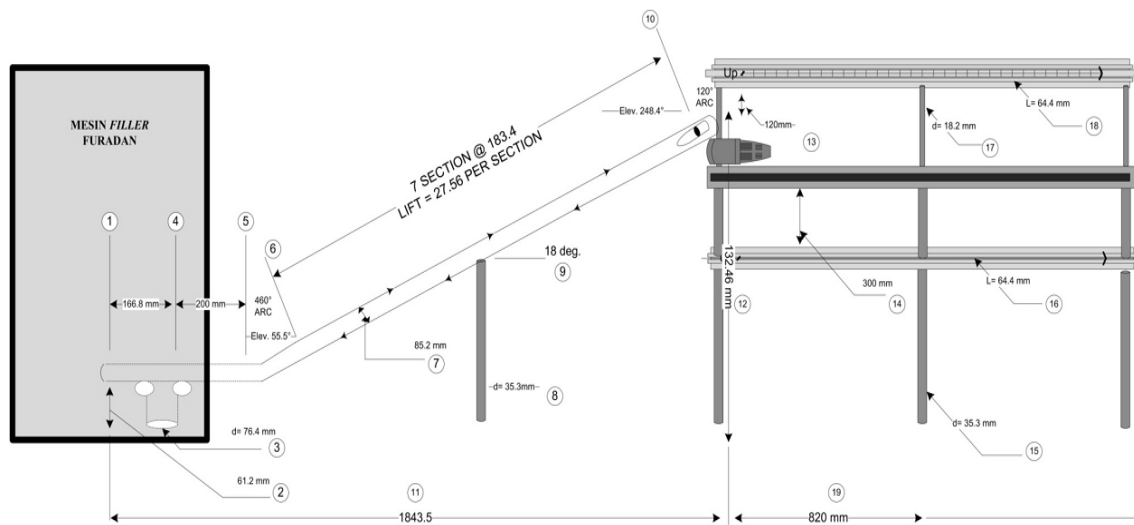
No	Aktifitas	Mulai	Durasi	Selesai
1	Operator menjangkau kemasan Furadan yang keluar dari mesin <i>filler</i>	00:00:00.0	0.4	00:00:00.4
2	Kemasan tersebut kemudian diletakkan ke atas timbangan digital	00:00:00.4	0.7	00:00:01.1
3	Operator melihat angka yang tertera pada timbangan tersebut, berat total produk yang diijinkan untuk lolos ke proses pengepakan adalah kemasan antara <b>1002 gr-1012 gr</b> .	00:00:01.1	2.1	00:00:03.2
4	Kemasan furadan yang lolos penimbangan, diambil dari atas timbangan, kemudian dikembalikan ke konveyor menuju stasiun kerja pengepakan.	00:00:03.2	1.1	00:00:04.3
5	Jika kemasan tidak lolos penimbangan, maka kemasan ditarik dari konveyor . untuk selanjutnyadisobek kemudian isi di kembalikan dalam tanki pengembalian untuk dimasukkan kembali ke dalam tangki burner sebelum masuk ke mesin <i>filler</i>	00:00:04.3	0.8	00:00:02.7
6	Proses tersebut berulang hingga shift selesai selama 8 jam.			
7	Total waktu		5.1 detik	

d. Spesifikasi dan dimensi konveyor.

Konveyor yang digunakan pada are *filling* adalah jenis *swan conveyor* dan *set pack-off conveyor* seperti pada gambar 4 (Sumber : [www.stmachinery.com](http://www.stmachinery.com)). Sedangkan gambar 5 menunjukkan sketsa konveyor.

FABRIC BELT CONVEYOR		Spesifikasi
		Nama
		Jenis
		Panjang belt
		Grade Cover
		Tensile Strength
		Lebar belt
		Jumlah Ply
		Tebal top cover
		Tebal bottom cover
		Fabric Belt 2000 mm RMA-2 NN-100 300 x 4P x 6 x 2
		Belt conveyor
		2000 mm
		Rubber RMA-2
		NN-100 (100 kg/cm <sup>2</sup> ply)
		300 mm
		4 buah (4P)
		6 mm
		2 mm

**Gambar 4. Spesifikasi Swan Conveyor pada Area Filling Furadan 3GR**



Gambar 5. Sketsa Konveyor Stasiun Kerja Operator *Filling* dan *Packing* Furadan 3GR (Samping)

### 3. PERANCANGAN ALAT DAN STASIUN KERJA

#### 3.1. Perancangan timbangan *flexiforce*

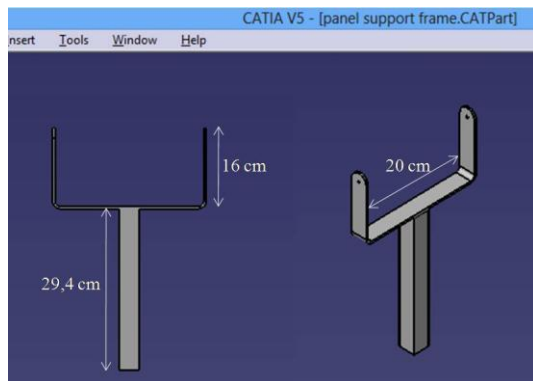
Pembuatan rancangan konveyor timbangan ini terdiri dari penentuan dimensi timbangan dan perancangan timbangan terdiri dari menentukan ukuran monitor dan bagian bagian timbangan lainnya. Dimensi peralatan didesain menurut anthropometri dengan menggunakan data anthropometri interpolasi British Hongkong (Nurmianto, 2008)

1. Ukuran monitor dibuat dengan mempertimbangkan konsep minimalis dari desain konveyor timbangan dengan tetap memperhatikan kenyamanan operator ketika harus melakukan pengaturan misalnya berhenti, mulai, ataupun mengatur kecepatan konveyor timbangan. Sehingga diperoleh ukuran panjang 18 cm, lebar 14 cm dan tebal monitor yakni 6 cm.
2. Tinggi monitor dibuat dengan ukuran tinggi mata saat tubuh berdiri persenti 95 wanita digunakan untuk perancangan tinggi layar monitor timbangan digital *flexiforce*. Perhitungan dimensi yang digunakan untuk perancangan adalah sebagai berikut :

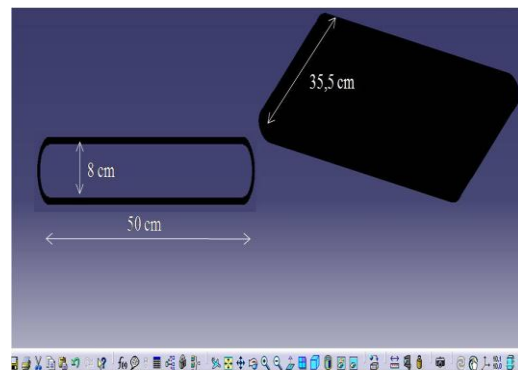
$$\begin{aligned}\text{Tinggi layar} &= X + (1,645 \times \text{SD}) + \text{allowance} \\ &= X + (1,645 \times 58) + \text{tinggi hak sepatu} \\ &= 1,542 + 95,41 + 1 \\ &= 1,647 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Rahang monitor  
Rahang monitor digunakan sebagai pengatur kemiringan monitor hingga derajat tertentu sehingga untuk operator yang sangat tinggi atau yang sangat pendek dapat melihat angka yang tertera dan dengan mudah mengoperasikannya. Ukuran rahang monitor dibuat dengan panjang 20 cm, lebar 16 cm, dengan ketebalan material rahang 0,5 cm seperti pada gambar 6.
4. Tinggi penyangga monitor  
Tinggi penyangga monitor dari lantai disesuaikan dengan tinggi bahu operator saat berdiri dengan nilai sebesar 145,98 cm dibulatkan menjadi 1,46 m. Hal ini untuk mengurangi pembebanan pada otot yang berlebih saat operator berusaha menjangkau monitor saat melakukan pengaturan di awal sebelum proses *filling* dimulai. Sehingga untuk ukuran panjang tiang penyangga monitor adalah tinggi bahu berdiri dikurangi tinggi belt dikurangi lebar monitor yakni 29,4 cm. Balok material penyangga monitor baik panjang maupun lebar berukuran masing-masing 2 cm.
5. Dimensi *belt* diberikan pada gambar 7, terdiri atas :
  - a. Tinggi *belt* dari lantai dibuat sama dengan konveyor lanjutannya di area *packing* karena kemasan Furadan yang lolos penimbangan akan langsung menuju area *packing*. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh tinggi *belt* adalah 100,585 cm dibulatkan menjadi 100,6 cm.
  - b. Tebal *belt* menyesuaikan dengan ketebalan *belt* konveyor lanjutan di area *packing* yakni 8 cm.
  - c. Lebar *belt* dibuat sama dengan lebar *belt* pada konveyor lanjutan di area *packing* dengan ukuran 35,5 cm sehingga produk tetap aman berada di jalur konveyor dan tidak jatuh ke lantai.
  - d. Panjang *belt* dibuat dengan ukuran 50 cm yang disesuaikan dengan panjang kemasan plastic Furadan 3GR yang berukuran separuhnya yakni 24 cm.





**Gambar 6. Rancangan Rahang Monitor Timbangan Konveyor**



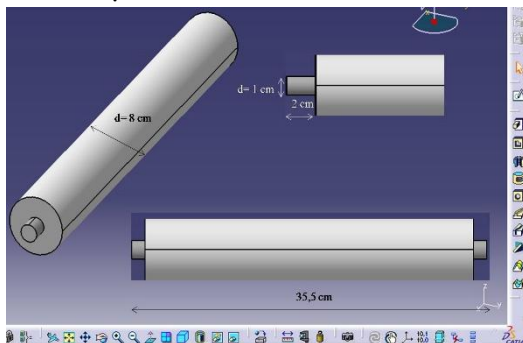
**Gambar 7. Rancangan Belt Timbangan Konveyor**

e. *Pulley*

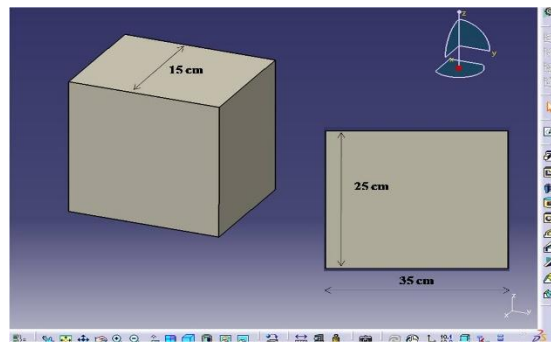
Terdapat dua *pulley* yang dipasang di ujung masing-masing *belt* yakni *tail pulley* bergerak mengikuti head pulley berguna untuk memutar *belt* seperti pada gambar 8.

f. Kotak instalasi

Kotak instalasi terletak tepat dibawah lapisan *belt* dengan ukuran panjang = 35 cm, lebar = 20 cm, dan tebal = 10 cm. Ukuran tersebut telah disesuaikan dengan kebutuhan untuk penempatan komponen-komponen motor penggerak serta sistem sensor suara untuk konveyor timbangan seperti pada gambar 9.



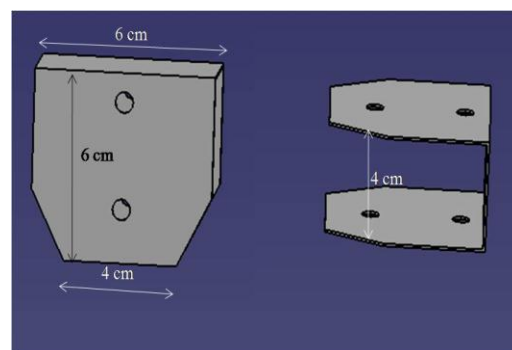
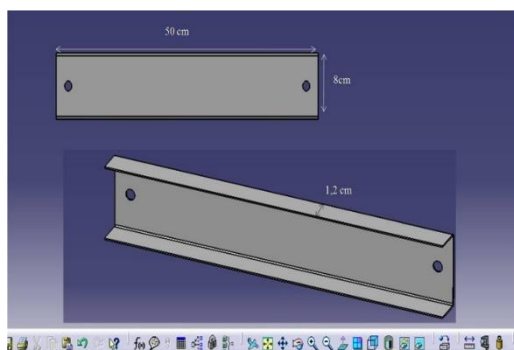
**Gambar 8. Rancangan Pulleys Timbangan**



**Gambar 9. Rancangan Kotak Instalasi Timbangan**

g. Kaki penyangga *belt* terdiri atas komponen kaki penyangga, *plat body* dan *stand bar*

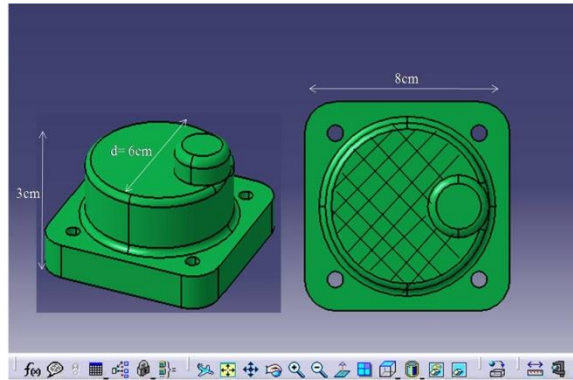
- Tinggi kaki penyangga adalah 86,58 cm yang telah disesuaikan dengan rancangan tinggi *belt* dari lantai. Untuk lebar serta dimensi material balok kaki penyangga *belt* adalah masing-masing 4 cm.
- Plat body berfungsi sebagai tempat menempelnya speaker dan menutup bagian depan dan belakang dari *belt*. Dimensi *plat body* diberikan pada gambar 10.
- *Stand bar* terletak dibawah plat body yang berfungsi untuk mengunci kaki penyangga dengan *belt* dengan desain dan dimensi seperti pada gambar 11.



**Gambar 10. Rancangan Plat Body**

**h. Speaker**

Bentuk *speaker* dibuat lingkaran dan diletakkan di pojok kanan *belt* dengan diameter 6 cm dan tebal 3 cm yang berguna sebagai penyalur suara sehingga kemasan yang tidak mencapai ataupun kelebihan massa Furadan 3GR dapat diketahui dan ditarik dari lini konveyor. Desain speaker diberikan pada gambar 12.

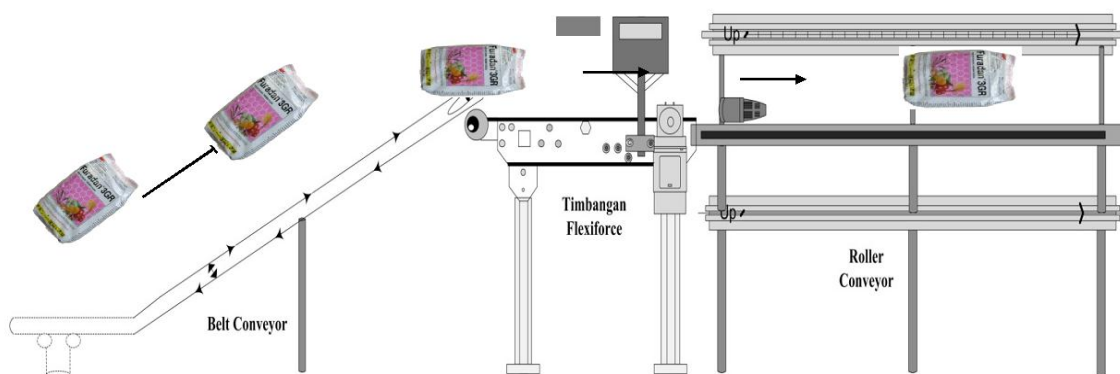


**Gambar 12. Rancangan Speaker Timbangan Konveyor**

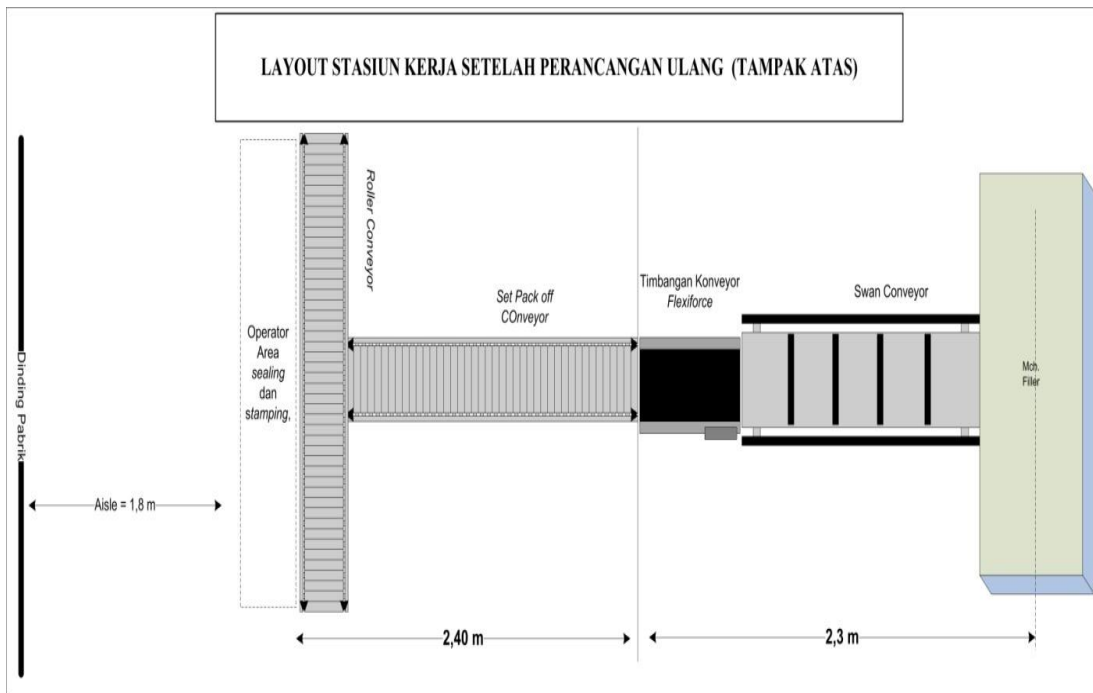
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan ulang stasiun kerja, rancangan konveyor timbangan *flexiforce* diletakkan di antara *swan conveyor* dan *set pack off conveyor* untuk menghindari perombakan yang terlalu signifikan. Perombakan yang terlalu signifikan dapat menyebabkan kerugian ruang karena bertambahnya luas yang dibutuhkan, waktu untuk melakukan penataan ulang, dan biaya karena hilangnya waktu produksi (Sanders dan McCormick, 1993).

Kemasan Furadan 3GR satu kilogram bergerak dari *swan conveyor* menuju ke atas, lalu jatuh perlahan ke atas konveyor timbangan *flexiforce*, kemudian kemasan akan bergerak di atas timbangan konveyor sehingga secara otomatis massa dari kemasan tersebut akan muncul di layar monitor. Jika berat Furadan 3GR yang sudah dikemas tidak memenuhi syarat bobot yang ditentukan, secara otomatis speaker akan memberikan peringatan berupa suara singkat sehingga operator *packing* dengan segera dapat mengeluarkan produk yang tidak lolos dari lini pengepakan. Sementara untuk Furadan 3GR yang lolos penimbangan akan memasuki ke *pack off station conveyor* menuju area *packing* dan siap di *packing* ke dalam karton. Rancangan stasiun kerja diberikan pada gambar 13. Desain lay out stasiun kerja hasil redesain tampak atas diberikan pada gambar 14.

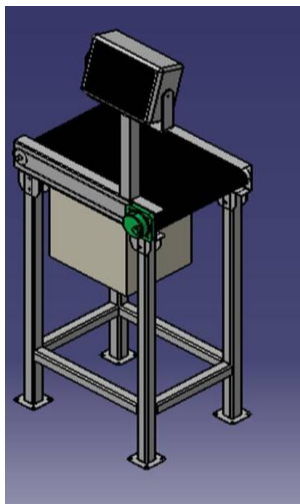


**Gambar 13. Sketsa Konveyor Stasiun Kerja Operator *Filling* hasil redesain**

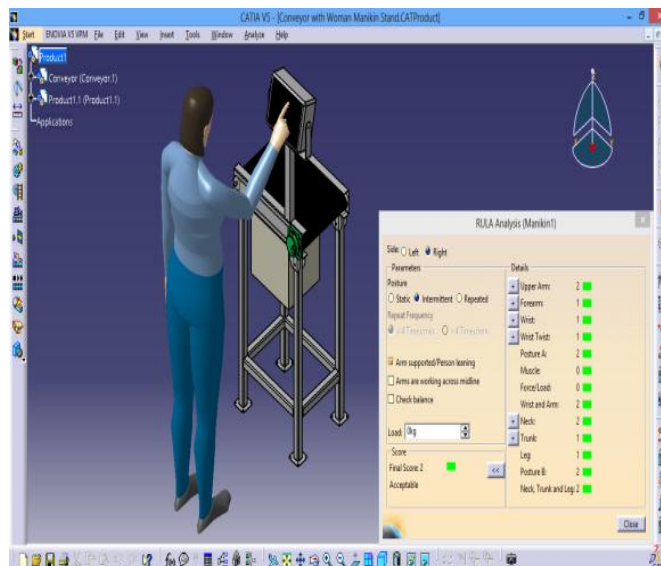


Gambar 14. Layout Stasiun Kerja Baru Area Filling Furadan 3GR

Desain timbangan fleksi force setelah assembly diberikan pada gambar 15. Dari hasil desain perbaikan stasiun kerja yang baru dengan *software* CATIA V5R20, terlihat bahwa skor akhir (*final score*) untuk posisi penimbangan massa kemasan produk Furadan 3GR yang dilakukan operator area *filling* mengalami penurunan dari skor awalnya yakni 6. Hasil analisa dengan CATIA diberikan pada gambar 15.




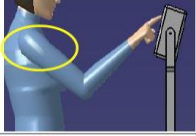








Gambar 15. Timbangan *flexiforce* output suara



Gambar 16. Skor RULA Manekin Wanita Saat Mengoperasikan Monitor

Berdasarkan output dari *posture analyze* pada *software* CATIA, maka hasil skor postur direkapitulasikan pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Perbandingan Skor Postur Stasiun Kerja Awal dan Stasiun Kerja Baru

No	Detail	Skor Detail			
		Postur Awal	Skor	Postur Baru	Skor
1	Upper arms		3		2
2	Forearms		2		1
3	Wrist		3		1
4	Wrist twist		2		1
5	Leg		1		1
6	Neck		1		2
7	Trunk		5		1

Tabel 2 menunjukkan bahwa postur baru yang dihasilkan dari redesain stasiun kerja memiliki resiko rendah bagi kesehatan dan lebih nyaman bagi operator *area filling*. Nilai hasil skor final RULA menunjukkan angka 2. Posisi pergelangan tangan tidak lagi harus menggapai naik turun (fleksi dan ekstensi) dengan sudut tertentu untuk meletakkan produk ke atas timbangan maupun meletakkannya kembali ke atas konveyor. Setelah stasiun kerja ditambahkan dengan rancangan konveyor timbangan *flexiforce* maka skor *wrist* berubah menjadi 1.

Untuk skor *trunk* yang awalnya berada pada nilai 5, menunjukkan postur tubuh awal yang sangat berbahaya apabila tidak segera ditindaklanjuti dapat membawa dampak cedera bagi operator. Resiko tinggi yang dapat muncul dari posisi batang tubuh yang tidak tepat yakni membengkok ke arah kiri. Letak timbangan yang kurang tepat karena berada jauh di luar jangkauan maksimal tangan operator menyebabkan operator harus melakukan pekerjaannya dengan postur yang tidak tepat. Setelah dilakukan perancangan ulang stasiun kerja dan menggunakan rancangan konveyor timbangan *flexiforce*, maka skor tersebut turun hingga berada pada batas aman dengan indikator warna hijau dan skor 1. Turunnya skor *trunk* tersebut karena operator tidak perlu lagi membungkuk untuk menimbang, melainkan cukup berdiri di dekat monitor untuk mengamati angka hasil penimbangan dalam waktu-waktu tertentu (karena sudah otomatis, operator tidak perlu selalu berada di dekat monitor). *Speaker* akan mengeluarkan suara sebagai isyarat jika massa produk tidak sesuai sehingga operator *area packing* dapat mengeluarkan produk *reject* tersebut dari lintasan konveyor *packing*.

Final skor sebelum perancangan ulang stasiun kerja dengan merancang konveyor timbangan *flexiforce* yang semula bernilai 6 dengan implementasi perubahan segera, setelah dilakukan redesain kini menjadi lebih rendah yakni skor final yang tertera berubah menjadi 2. Dengan demikian perubahan tata letak serta penambahan fasilitas pendukung berupa konveyor timbangan *flexiforce* memberikan solusi perbaikan yang sederhana namun tetap aplikatif serta secara langsung realisasinya dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan operator *filling*. Furadan 3GR dalam hal ini mengurangi resiko munculnya keluhan *musculoskeletal disorder* dan tentunya mempertahankan bahkan meningkatkan jumlah produksi dengan tetap memberikan jaminan kesehatan postur bagi operator *area filling*.

## 5. PENUTUP

Tata letak mesin pada stasiun kerja berubah dari yang tadinya berurutan mulai dari mesin *filler*, lalu *swan conveyor*, dan langsung menuju *set pack off conveyor* dirubah menjadi mesin *filler*, menuju *swan conveyor*, kemudian konveyor timbangan *flexiforce*, dan berakhir di *set pack-off conveyor*. Dengan tata letak stasiun kerja yang baru dengan penambahan desain timbangan konveyor maka diperoleh skor final postur kerja berubah dari 6 dengan indikasi bahaya tinggi menjadi 2 yang artinya aman bagi kesehatan postur operator. Penurunan yang signifikan terjadi pada skor penggunaan *wrist* (pergelangan tangan), *trunk* (batang tubuh), serta skor penggunaan *neck, trunk, and leg*.

Pada penelitian ini terbatas pada perancangan ulang stasiun kerja menurut kaidah ergonomik dengan acuan akhir adalah perbaikan postur RULA. Perbaikan tersebut dilakukan dengan merancang sebuah timbangan yang bentuknya dibuat sesuai antropometri. Dengan demikian sebaiknya penelitian selanjutnya juga membahas dari sisi manufaktur konveyor timbangan *flexiforce* misalnya biaya yang dibutuhkan jika konveyor timbangan ini akan diaplikasikan pada rantai produksi. Selain itu sistem rancangan bangun kecepatan konveyor setelah redesain stasiun kerja juga data menjadi bahan penelitian selanjutnya mengingat kecepatan konveyor akan mempengaruhi keseimbangan lintasan produksi area *filling-packing*. Sistem kalibrasi yang digunakan dalam instalasi timbangan digital *flexiforce output* suarajuga dapat digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Grandjean, E. (1993). *Fitting the task to the man ( fourth edition)*. Taylor and Francis Inc, London.
- Highnett dan McAtamney. 2000. *RULA employee assessment worksheet*. Applied Ergonomics
- Kroemer KHE, (1999) . Assessment of human muscle strength for engineering purposes: a review of the basics. Ergonomics. 1999 Jan;42(1):74-93.
- Manuaba, A. (2000). *Ergonomi, kesehatan dan keselamatan kerja*. Guna Wijaya, Surabaya
- NIOSH (1997) . Musculoskeletal disorders and workplace factors a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back, U.S. Department of health and human services, public health service centers for disease control and prevention national institute for occupational safety and health.
- Nurmianto, Eko.(2008). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya (cetakan kedua)*. Guna Widya, Surabaya.
- Purnama, I.D. (2013). *Jurnal skripsi timbangan digital berbasis sensor flexiforce dengan output suara*. Surakarta
- Sanders, Mark S., McCormick, Ernest J. (1993). Human factors in engineering and Design, seventh edition, MC Graw Hill, Tokyo
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktifitas*. Uniba Press, Surakarta.
- WHO, (1987) Psychosocial Factors At work and their relation to health, Geneva

## **CREW MAN POWER PLANNING (CMPP) PADA COCKPIT CREW SETIAP JENIS PESAWAT (*FLEET*) PERIODE TAHUN 2018-2022 (Studi Kasus : PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.)**

**Arfan Bakhtiar<sup>1</sup>, Khoirunisa Istiqobudi<sup>2</sup>**

Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, Semarang 50275, Indonesia

Telp. (024) 7460052

Email: [arfanbakhtiar@googlemail.com](mailto:arfanbakhtiar@googlemail.com); [nisaskip@hotmail.com](mailto:nisaskip@hotmail.com)

### **ABSTRAK**

PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk. merupakan maskapai penerbangan terbesar di Indonesia berstandar internasional dengan predikat 'Maskapai Penerbangan Regional Terbaik di Dunia' yang diberikan oleh Skytrax. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan transportasi udara di Indonesia, Garuda Indonesia menaikkan jumlah *fleet* atau armada pesawat yang mereka operasikan. Kenaikan jumlah *fleet* tersebut paralel dengan kenaikan kebutuhan *crew* untuk masing-masing tipe pesawat. Manpower planners mempunyai tanggung jawab untuk memberikan jumlah angka yang sesuai dari personil yang tepat pada waktu yang tepat dan dengan biaya seminimal mungkin. Pada penelitian ini, dilakukan analisis kelayakan terhadap alternatif training untuk pemenuhan cockpit crew melalui kombinasi alternatif plan yang ditinjau dengan melakukan Crew Strength Planning atau Crew Man Power Planning (CMPP). Hal ini dilakukan untuk merencanakan jumlah *crew* dalam pemenuhan kebutuhan pilot dan copilot tiap tahunnya, penentuan kebutuhan pilot online, course plan dan penentuan solusi alternatif pada pemenuhan cockpit crew dari masing-masing tipe pesawat (*fleet*).

**Kata Kunci:** *course planning ; pilot; manpower planning; pilot training*

### **1. PENDAHULUAN**

Selama seratus tahun belakang setelah penerbangan pertama oleh Orville dan Wilbur Wright, transportasi udara tumbuh menjadi sektor pokok dalam ekonomi global. Seiring dengan perkembangan ekonomi global, maka akan semakin menguntungkan untuk menyediakan fasilitas transportasi udara yang lebih memadai lagi, baik untuk dalam negeri maupun luar negeri.

PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk. merupakan maskapai penerbangan terbesar di Indonesia berstandar internasional dengan predikat 'Maskapai Penerbangan Regional Terbaik' di Dunia yang diberikan oleh Skytrax. Sampai dengan tahun 2016, Garuda Indonesia mengoperasikan 145 pesawat yang terdiri dari berbagai jenis pesawat, dari jenis *Propeller*, *Narrow Body*, hingga *Wide Body*. Beberapa tipe dari pesawat-pesawat tersebut antara lain Airbus A330-300, Airbus A330-200, Boeing B737-800 NG, CRJ-1000 NextGen, ATR72-600, Boeing 777-300ER, dan lain-lain. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan transportasi udara di Indonesia, Garuda Indonesia menaikkan jumlah *fleet* atau armada pesawat yang mereka operasikan.

Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) Garuda Indonesia mengenai *fleet plan*<sup>a</sup> dari periode tahun 2018 hingga tahun 2025 terhitung jumlah *fleet*<sup>b</sup> mengalami kenaikan sebesar 8% untuk keseluruhan jumlah *fleet*. Kenaikan jumlah *fleet* tersebut paralel dengan kenaikan kebutuhan *crew* untuk masing-masing tipe pesawat. Pada dasarnya, *Man Power Planning* adalah proses menyesuaikan jumlah *crew* kepada kebutuhan masa depan secara kontinyu hingga hari pengoperasian *crew* tersebut. Namun, dalam merencanakan kebutuhan *crew* ini menghadapi banyak *constrain*, antara lain kapasitas *training*, ketersediaan simulator, ketersediaan instruktur *training*, keterbatasan waktu, *pilot career path*, dan lain-lain. Dimana masing-masing *constrain* memiliki nilai biaya tersendiri. Oleh karena itu, pihak *performance and cost control* harus memiliki beberapa alternatif penyelesaian masalah kebutuhan cockpit crew, antara lain: *overseas training*, penambahan kapasitas atau instruktur *training*, dan lain-lain.

---

<sup>a</sup> *Fleet plan*, adalah rencana investasi perusahaan yang memberikan informasi mengenai jumlah pesawat yang akan dioperasikan pada tahun tertentu.

<sup>b</sup> *Fleet*, nama lain dari pesawat.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN SISTEM

Menurut Arthur W Sherman dan Goerge W Bohlander (1997), perencanaan sumber daya manusia merupakan suatu proses persiapan dan pembuatan ketentuan mengenai arus pergerakan tenaga kerja ke dalam, di dalam, dan ke luar suatu organisasi. Sedangkan menurut G Steiner, perencanaan sumber daya manusia merupakan kegiatan perencanaan yang bertujuan untuk menjaga dan meng-improve kemampuan suatu organisasi atau perusahaan dalam mencapai tujuan yang dilakukan melalui strategi pengembangan *skill* tenaga kerjanya di masa depan. Berdasarkan dua definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa perencanaan sumber daya manusia merupakan serangkaian kegiatan yang berkaitan dengan perencanaan strategi organisasi terkait ketenaga kerjaan untuk mengantisipasi masa depan.

Proses perencanaan sumber daya manusia sebuah perusahaan pada masa ini dan masa depan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal perusahaan. Faktor internal perusahaan meliputi karyawan usia pensiun, karyawan meninggal dunia, berhenti, alih bagian (rotasi), dan alih posisi (jabatan). Sedangkan beberapa faktor eksternal meliputi persaingan bisnis yang ketat, perkembangan teknologi yang pesat, dan tingkat ketertgantungan antara satu perusahaan dengan perusahaan lain, serta ketergantungan antara satu Negara dengan Negara lain. Pertumbuhan suatu organisasi di tengah perubahan yang begitu cepat menjadi hal yang sangat perlu diperhatikan, sehingga perencanaan sumber daya manusia yang tepat sangat diperlukan bagi suatu perusahaan, sejalan dengan rencana strategi bisnis yang akan diwujudkan.

Penerapan perencanaan sumber daya manusia di suatu organisasi, diperlukan adanya penyesuaian rencana strategis perusahaan, sehingga secara operasional perencanaan sumber daya manusia dapat menerjemahkan setiap rencana mengenai ketenaga kerjaan dan terjamin sejalan dengan rencana bisnis perusahaan secara keseluruhan. Pada tahap ini, proses perencanaan sumber daya manusia yang dilakukan adalah pemilihan dan penentuan kebutuhan karyawan berdasarkan jenis tugasnya, dari sisi kualitas maupun kuantitasnya. Berikut empat aspek dalam perencanaan sumber daya manusia, antara lain:

1. Proyeksi jumlah karyawan yang dibutuhkan oleh perusahaan (*forecasting the number of employees needed*).
2. Identifikasi ketersediaan sumber daya manusia di perusahaan saat ini (*human resource audit*).
3. Analisis keseimbangan ketersediaan dan permintaan kebutuhan tenaga kerja (*demand and supply analysis*).
4. Program aksi (*action program*).

### CREW MAN POWER PLANNING (CMPP) GARUDA INDONESIA

*Crew Man Power Planning* (CMPP) atau *Crew Strength Planning* pada Garuda Indonesia merupakan metode yang digunakan tim *analyst and planner* untuk menyusun rencana *cockpit crew*, pengembangan karir *cockpit crew*, serta penugasan *cockpit crew* untuk masing-masing tipe armada pesawat yang dimiliki oleh Garuda Indonesia.

Perencanaan *cockpit crew* di masing-masing armada pesawat pun memiliki beberapa factor pembeda dan aturan tertentu, antara lain, *trend online cockpit crew* tiap tipe pesawat, jumlah rencana investasi armada pesawat, rasio hari produktif untuk masing-masing armada, *pilot career path*, durasi *course*, dan fasilitas yang tersedia pada perusahaan terkait *training cockpit crew*.

#### Tahap-tahap *Crew Man Power Planning* (CMPP)

1. Perhitungan kebutuhan *cockpit crew* untuk masing-masing tipe armada pesawat dan tingkatan *cockpit crew* (pilot dan copilot),

$$\text{Cockpit Crew Requirement} = \frac{\text{Trend Online} \times \text{Fleet Plant} \times 110\%}{\text{Productive Days Ratio}} \quad (1)$$

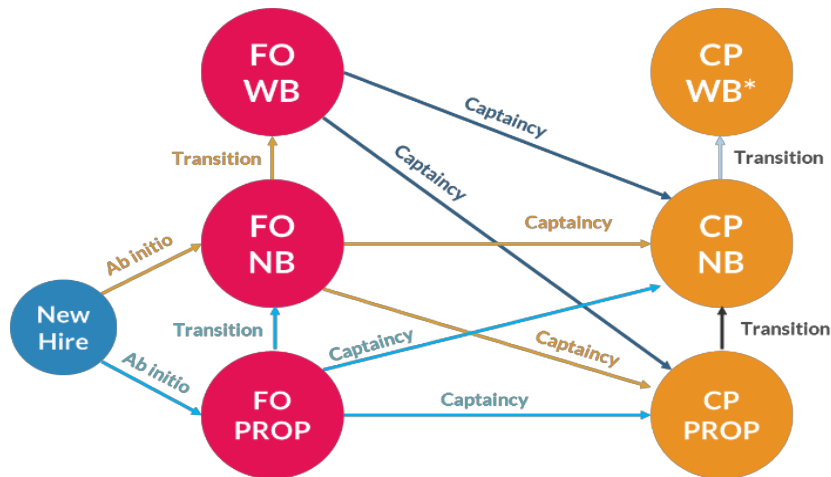
Keterangan:

*Trend Online*, merupakan rasio rata-rata pilot aktif yang dibutuhkan untuk satu pesawat. *Fleet plan* tersusun dalam Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) Garuda Indonesia. 110% menunjukkan persentase kebutuhan *cockpit crew* tersebut. 100% merupakan kebutuhan multak (pokok), dan 10% merepresentasikan kebutuhan *cockpit crew standby*. *Productive day ratio*, merupakan rasio hari aktif kerja (hari wajib terbang) seorang *cockpit crew*.

2. Melakukan analisis gap antara *supply cockpit crew* pada saat ini (*current condition*) dengan *demand* kebutuhan *cockpit crew* di tahun-tahun berikutnya.
3. Merencanakan tahap pemenuhan *demand cockpit crew* dengan memperhatikan alur penempatan yang diatur dengan *pilot career path*.

4. Melakukan perencanaan *training* (*course planning*) dengan memperhatikan durasi *training* dan kapasitas yang ada khusus untuk *type qualification training*.
5. Analisis *course plan* dan penyusunan solusi alternatif terkait pemenuhan kebutuhan *cockpit crew* tersebut.

### Pilot Career Path



**Gambar 1. Pilot Career Path Garuda Indonesia**

Sumber: ....., 2017, *Unit Operation Support Performance and Cost Control*, Garuda Indonesia

Keterangan:

- *Captain (CP)*, pilot utama dalam penerbangan.
- *First Officer (FO)*, copilot dalam penerbangan.
- *Wide Body Aircraft (WB)*
- *Narrow Body Aircraft (NB)*
- *Propeller (PROP)*
- *Ab initio*, merupakan jenis *training* yang diberikan untuk para calon pilot yang baru direkrut dari sekolah penerbangan (*flying school*).
- *Transition*, merupakan jenis *training* yang diberikan untuk *captain* maupun *first officer* di suatu tipe *fleet* tertentu ke *fleet* di atasnya (misal: dari *narrow body* ke *wide body*).
- *Captaincy*, merupakan jenis *training* yang diberikan untuk *first officer* yang akan melakukan kenaikan pangkat atau *ranking* menjadi *captain*.

### Course Plan

*Course plan* merupakan perencanaan pelatihan untuk tiap kualifikasi tipe pesawat bagi para pilot dan copilot. *Course Plan* pada CMPP Garuda Indonesia disusun untuk *time frame* 1 tahun dan dilakukan mulai pada bulan ke-1 di periode sebelumnya. Contohnya: *Course Plan Type Qualification* Tahun 2017 dilakukan untuk memenuhi kebutuhan *cockpit crew* pada tahun 2018.

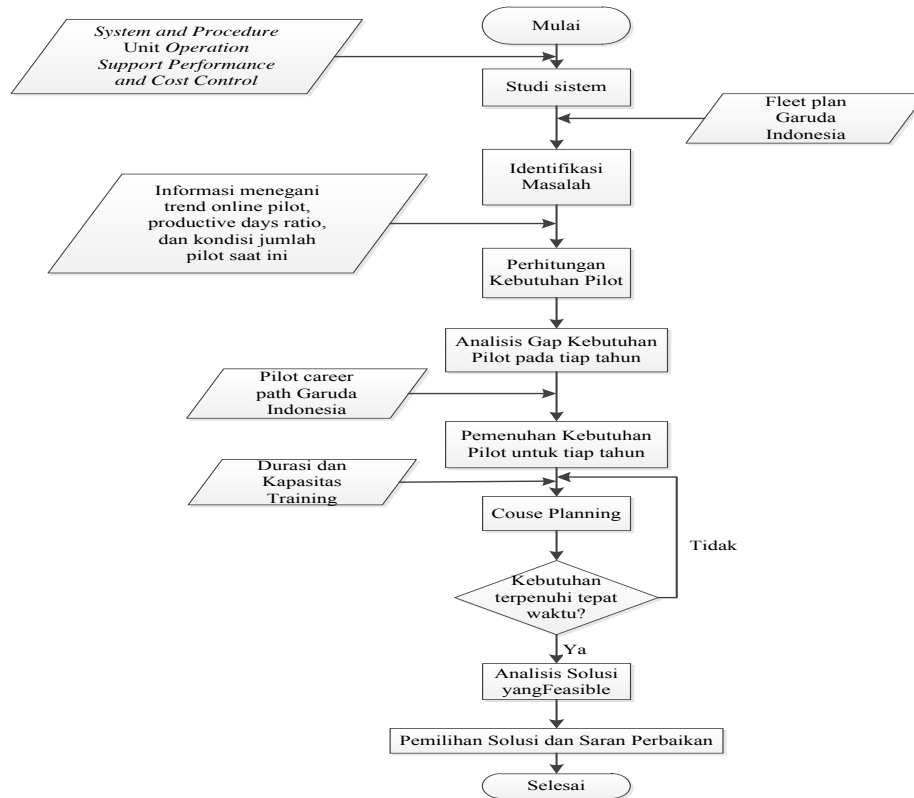
#### Tipe Training Berdasarkan Proses

- *Ground Training (GT)*, proses *training* dalam bentuk pembelajaran teori di dalam ruang kelas, dan kapasitas untuk masing-masing kelas *training*nya fleksibel menyesuaikan seberapa banyak murid yang ada.
- *Simulation (SIM)*, suatu sistem yang dikondisikan untuk pengunanya sedang melakukan penerbangan yang nyata. Perbedaan tipe sebuah simulasi penerbangan dalam permainan komputer adalah ukuran dari kabin pesawat yang biasa disebut dengan *cockpit* serta keakurasian dari visualisasi keadaan nyata yang diolah oleh teknologi komputer.
- *Route Training (RT)*, proses *training* dimana murid *cockpit crew* melakukan latihan penerbangan dengan secara langsung mengemudikan armada pesawat tertentu, namun tetap didampingi oleh instruktur penerbangan



## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan studi terhadap Sistem dan Prosedur di Unit *Operation Support Performance and Cost Control* Garuda Indonesia. Berdasarkan hasil wawancara Garuda Indonesia perlu melakukan evaluasi terhadap *Fleet Plan* yang dimiliki sekarang untuk meningkatkan akurasi. Secara ringkas bagaimana alur dari proses evaluasi *Fleet Plan* dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Alur Proses Evaluasi *Fleet Plan*

Proses pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan diskusi dengan Unit *Operation Support Performance and Cost Control* Garuda Indonesia. Hasil diskusi berupa daftar kebutuhan record data yang diperlukan untuk melakukan evaluasi terhadap *Fleet Plan* saat ini.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Perhitungan *Pilot Requirement* & Analisis Gap

#### Perhitungan *Pilot Requirement*

Perhitungan kebutuhan pilot pada Garuda Indonesia dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain *trend online cockpit crew*, *fleet plan* atau jumlah pesawat yang diinvestasikan pada tahun tersebut, dan rasio hari produktif. Dari perhitungan yang sudah dilakukan pada pengolahan data, dapat dilihat bahwa permintaan akan kebutuhan pilot semakin bertambah tiap tahunnya dibandingkan dengan jumlah pilot tersedia saat ini.

Tabel 1. Tabel *Pilot Requirement* Garuda Indonesia 2018-2023

	<i>Fleet</i>	<i>Rank</i>	2017(Current)	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Wide Body	B773	CP	97	99	99	99	99	99	99
		FO	78	72	72	72	72	72	72
	A330	CP	109	160	175	185	200	215	225
		FO	118	152	167	175	190	204	213
	New Wide Body	CP	-	-	-	40	40	50	50
Narrow Body		FO	-	-	-	29	29	36	36
	B738 MAX	CP	6	24	43	58	101	139	159
		FO	6	22	40	55	95	131	150
	B738 NG	CP	305	271	259	228	201	201	201
		FO	286	255	244	215	190	190	190

Fleet	Rank	2017(Current)	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	CRJ	CP	86	65	65	65	65	65
		FO	80	63	63	63	63	63
	ATR	CP	105	99	108	108	108	108
		FO	86	96	104	104	104	104
TOTAL			1362	1378	1439	1496	1557	1677
								1735

#### Analisis Gap untuk Pilot Requirement

Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung selisih antara proyeksi ketersediaan *supply* dengan jumlah kebutuhan pilot untuk tahun tersebut. Proyeksi ketersediaan *supply* bersumber dari hasil pemenuhan di tahun sebelumnya. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui alur *resources* dalam *cockpit crew* pesawat.

Pebedaan (*gap*) yang ada pada setiap *ranking* pilot pada masing-masing *fleet* sangat beragam. Pada beberapa bagian mengalami kelebihan *supply*, dan beberapa bagian juga mengalami kekurangan *supply* untuk *cockpit crew*. Ditambahkan dengan adanya pilot yang pensiun pada tahun 2019 sebanyak 23 *captain* pada ATR, dan 24 *captain* serta 8 *first officer* pada CRJ, sehingga memperbesar *demand* akan *cockpit crew* pada tahun tersebut.

Tabel 2. Rekalpitulasi Perhitungan Gap Pilot Requirement Tahun 2018-2023

Fleet		Rank	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Wide Body	B773	CP	-2	0	0	0	0	0
		FO	6	0	0	0	0	0
	A330	CP	-51	-15	-10	-15	-15	-10
		FO	-34	-15	-8	-15	-14	-9
	New Wide Body	CP	0	0	-40	0	-10	0
		FO	0	0	-29	0	-7	0
Narrow Body	B738 MAX	CP	-18	-19	-15	-43	-38	-20
		FO	-16	-18	-15	-40	-36	-19
	B738 NG	CP	34	12	31	27	0	0
		FO	31	11	29	25	0	0
	CRJ	CP	21	-24	0	0	0	0
		FO	17	-8	0	0	0	0
	ATR	CP	6	-32	0	0	0	0
		FO	-10	-8	0	0	0	0
TOTAL								

#### b. Pemenuhan Kebutuhan Pilot

##### • Tahun 2018

Tabel 3. Pemenuhan Kebutuhan Pilot untuk Periode Tahun 2018

Fleet		Rank	Gap	Fulfill.	Source	Training
WB	B773	CP	-2	2	CRJ (CP)	Transition
		FO	6			
	A330	CP	-51	34	B738 NG (CP)	Transition
				17	CRJ (CP)	Transition
		FO	-34	17	CRJ (FO)	Transition
				17	B738 NG (FO)	Transition
	New Wide Body	CP	-	-	-	-
		FO	-	-	-	-
NB	B738 MAX	CP	-18	2	CRJ (CP)	Transition
				10	B738 NG (FO)	Captaincy
				6	ATR (CP)	Transition
		FO	-16	16	B738 NG (FO)	Transition
	B738 NG	CP	34			
		FO	31	60*	Flying School	Ab initio
	CRJ	CP	21			
		FO	17	30*	Flying School	Ab initio
	ATR	CP	6			
		FO	-10	16*	Flying School	Ab initio

\*New Hire ditujukan untuk pemenuhan tahun 2019:

B738 NG: 48 Orang; CRJ: 30 Orang; ATR: 6 Orang

• Tahun 2019

Tabel 4. Pemenuhan Kebutuhan Pilot untuk Periode Tahun 2019

Fleet	Rank	Gap	Fulfill.	Source	Training
WB	B773	CP	-		
		FO	6		
	A330	CP	-15	15	B738 NG (CP) Transition
		FO	-15	15	B738 NG (FO) Transition
	New Wide Body	CP	-	-	-
		FO	-	-	-
NB	B738 MAX	CP	-19	6	B773 (FO) Captaincy
				12	CRJ (FO) Captaincy
				1	B738 NG (CP) Transition
		FO	-18	6	B738 NG (FO) Transition
				12	Flying School Ab initio
	B738 NG	CP	12	4	B738 NG (FO) Captaincy
		FO	59	50**	Flying School Ab initio
	CRJ	CP	-24*	10	CRJ (FO) Captaincy
				14	B738 NG (FO) Captaincy
		FO	22	15**	Flying School Ab initio
	ATR	CP	-32*	32	B738 NG (FO) Captaincy
		FO	-2*	8**	Flying School Ab initio

\*Pilot *expat* pada tahun 2019:

- CRJ: 24 CP dan 8 FO
- ATR: 23 CP

\*\*New Hire ditujukan untuk pemenuhan tahun 2020: B738 NG: 38 Orang; CRJ: 15 Orang; ATR: 6 Orang

• Tahun 2020

Tabel 5. Pemenuhan Kebutuhan Pilot untuk Periode Tahun 2020

Fleet	Rank	Gap	Fulfill	Source	Training
WB	B773	CP	-	-	-
		FO	-	-	-
	A330	CP	-10	10	B738 NG (CP) Transition
		FO	-8	8	B738 NG (FO) Transition
	New Wide Body	CP	-40	40	B738 NG (CP) Transition
		FO	-29	29	B738 NG (FO) Transition
NB	B738 MAX	CP	-15	15	B738 NG (FO) Captaincy
		FO	-15	3	Flying School Ab initio
				12	B738 NG (FO) Transition
	B738 NG	CP	31	15**	CRJ (FO) Captaincy
		FO	67	4**	B738 NG (FO) Captaincy
				10*	Flying School Ab initio
	CRJ	CP	-	-	-
		FO	15	30*	Flying School Ab initio
	ATR	CP	-	-	-
		FO	6		

\*New Hire ditujukan untuk pemenuhan tahun 2021: B738 NG: 9 Orang; CRJ: 30 Orang;

\*\*Terdapat 20 Pilot *Captaincy* untuk B738 NG dikarenakan *Captain* tersedia pada B738 NG digunakan untuk pemenuhan *Captain* pada *Wide Body Aircraft*.

• Tahun 2021

Tabel 6. Pemenuhan Kebutuhan Pilot untuk Periode Tahun 2021

Fleet		Rank	Gap	Fulfill	Source	Training
WB	B773	CP	-	-	-	-
		FO	-	-	-	-
	A330	CP	-15	15	B738 NG (CP)	Transition
		FO	-15	15	CRJ (FO)	Transition
	New Wide Body	CP	-	-	-	-
		FO	-	-	-	-
NB	B738 MAX	CP	-43	12	B738 NG (CP)	Transition
				31	B738 NG (FO)	Captaincy
		FO	-40	4	B738 NG (FO)	Transition

Fleet	Rank	Gap	Fulfill	Source	Training
NB	B738 NG	CP	27		
		FO	34	31*	Flying School
					Ab Initio
	CRJ	CP	-	-	-
		FO	30	30*	Flying School
	ATR	CP	-	-	-
		FO	6	30*	Flying School
					Ab Initio

\*New Hire ditujukan untuk pemenuhan tahun 2022: B738 NG: 30 Orang; CRJ: 30 Orang; ATR: 24 Orang.

• Tahun 2022

Tabel 7. Pemenuhan Kebutuhan Pilot untuk Periode Tahun 2022

Fleet	Rank	Gap	Fulfill	Source	Training
WB	B773	CP	-	-	-
		FO	-	-	-
	A330	CP	-15	15	B738 NG (CP)
		FO	-14	14	CRJ (FO)
	New Wide Body	CP	-10	10	B738 NG (CP)
		FO	-7	7	CRJ (FO)
NB	B738 MAX	CP	-38	5	B738 NG (FO)
				9	CRJ (FO)
				24	ATR (FO)
		FO	-36	6	ATR (FO)
				30	Flying School
					Ab initio
	B738 NG	CP	0	25	B738 NG (FO)
		FO	30	10*	Flying School
	CRJ	CP	0		-
		FO	30	28*	Flying School
	ATR	CP	0		-
		FO	30	20*	Flying School

\*New Hire ditujukan untuk pemenuhan tahun 2023:

B738 NG: 10 Orang; CRJ: 28 Orang; ATR: 20 Orang.

c. Pilot Course Planning

Durasi Training

Tabel 8. Tabel Durasi Training Cockpit Crew

Training Name	Source	Destination	Ideal Timeline (Months)			TOTAL (Months)
			GT	SIM	RT	
Ab Initio	Flying School	CRJ, B738	3	1	4.5	8.5
Ab Initio	Flying School	ATR	2.5	1	3.6	7.1
Transition	B738, CRJ	B773, A330	1	1	1.5	3.5
Transition	ATR	CRJ, B738	1	1	2	4
Captaincy (FO to CP)	All	CRJ, B738	3	1	3	7
	All	ATR	2	1	3	6

(+) Differences: Transisi Crew dari sesama tipe kelas pesawat

Dalam kasus ini, B738 NG → B738 MAX: GT = 0.5, SIM = 0.5, dan RT = 1 (satuan bulan).

Keterangan:

GT = Ground Training (Classroom) | SIM = Simulator | RT = Route Training

Kapasitas Training

Tabel 9. Tabel Kapasitas Training Cockpit Crew

Fleet	Capacity		
	TQ***	FIS***	FIA
B773	2 sessions*	2	11
A330	3 sessions	5	25
B738 NG	7 sessions	8	63
CRJ	5 sessions	2	13
ATR	5 sessions	2	16
New Wide Body**	-	-	-
B738 MAX**	-	-	-

\*Untuk sesi simulator (TQ) B773 sewa di luar negeri (*wetlease* atau *drylease*).

\*\*Kapasitas *training* tipe pesawat New Wide Body dan B738 MAX digunakan pada *couse plan* 2018 dan 2020 (besaran kapasitas diasumsikan).

\*\*\*Satu sesi TQ dan satu FIS dapat meng-handle dua murid *training*

Keterangan:

TQ = *Type Qualification*, kelas pendalaman materi mengenai tampilan dari *cockpit* pesawat. Dimana tiap sesi diisi oleh 2 murid. Dilakukan untuk melakukan sertifikasi suatu tipe pesawat.

FIS = *Flight Instructor Simulator*, merupakan instruktur pada saat *flight simulator training*.

FIA = *Flight Instructor Aircraft*, merupakan instruktur pada latihan penerbangan yang sebenarnya

### Course Planning

Contoh perhitungan:

Pada tahun 2018, terdapat 85 pilot yang mengikuti *transition training* pada A330.

Kapasitas *training*: SIM = 3 sesi\*, FIS = 5 orang\*, FIA = 25 orang.

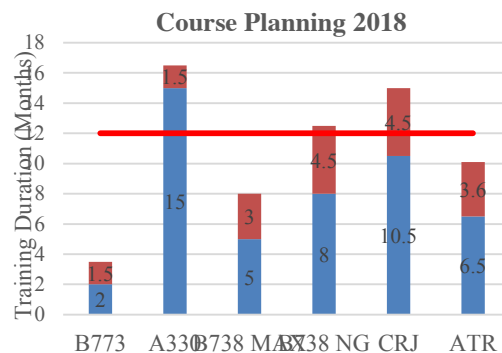
\*1 session TQ and 1 FIS dapat menampung 2 murid

Durasi *training*: *Ground Training*\*\* = 1 months, *Simulator* = 1 months, *Route Training* = 1.5 months.

\*\*asumsi: tidak terjadi *bottle neck* pada GT. *Bottle neck* hanya terjadi pada simulator dan *route training*.

■ Ground Training ■ Route Training ■ Max Ideal Training

### • Tahun 2018



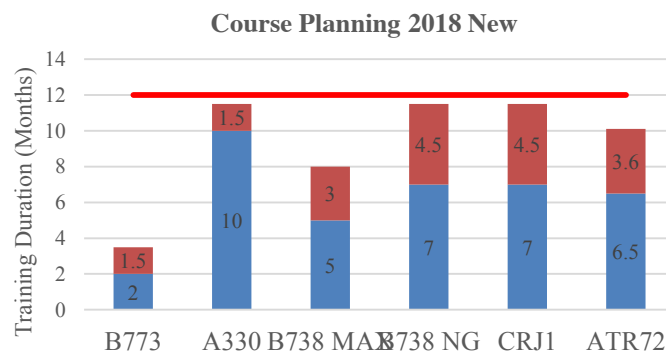
Gambar 3. Course Planning 2018

\*Kapasitas *training* B738 MAX: 3 sesi TQ, 3 FIS, dan 12 FIA.

*Training* tipe pesawat A330, B738 NG, dan CRJ melebihi waktu ideal yaitu 12 bulan. Dilakukan penambahan kapasitas *training* pada A330, B738 NG, dan CRJ sebagai berikut:

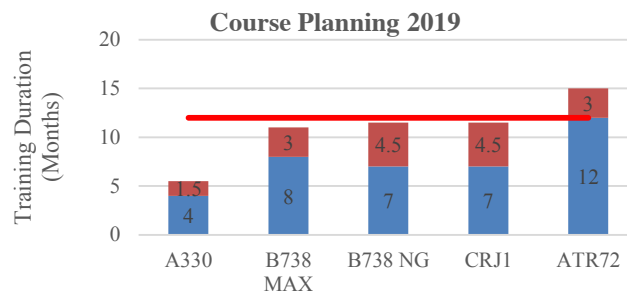
- A330: 2 sesi TQ
- B738 NG: 1 sesi TQ
- CRJ: 2 FIS dan 2 FIA

Maka durasi keseluruhan *training* menjadi:



Gambar 4. Course Planning 2018 New

### Tahun 2019

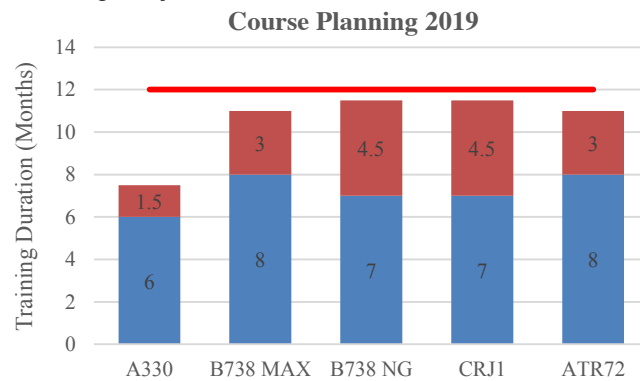


**Gambar 5. Course Planning 2019**

Training tipe pesawat ATR melebihi waktu ideal yaitu 12 bulan.  
Dilakukan penambahan kapasitas *training* pada ATR sebagai berikut:

- ATR: 1 FIS

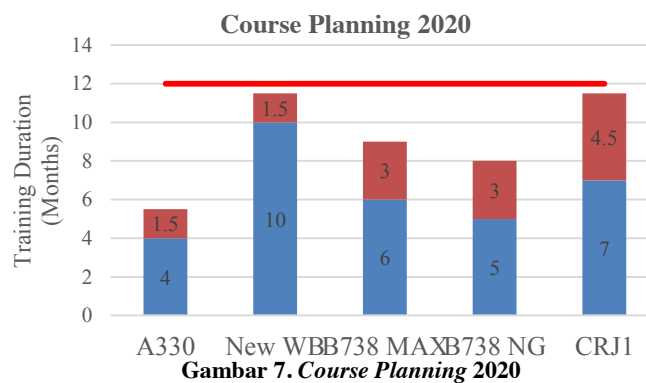
Maka durasi keseluruhan training menjadi:



**Gambar 6. Course Planning 2019 New**

- Pada *fleet* A330, durasi training kembali menjadi 3 sesi SIM (TQ).

- **Tahun 2020**



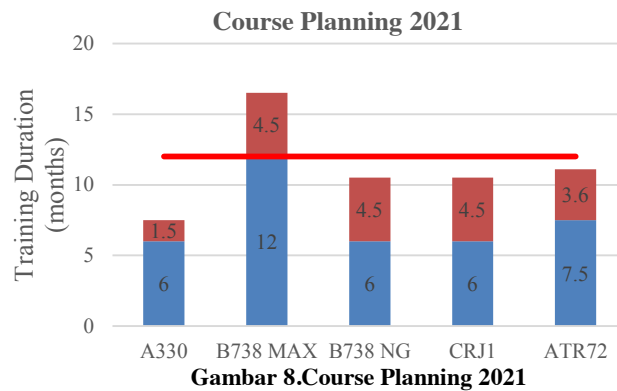
**Gambar 7. Course Planning 2020**

Training masih dalam kendali (tidak melebihi batas waktu ideal)

\*Kapasitas *training New Wide Body*: 4 sesi TQ, 4 FIS, dan 16 FIA.

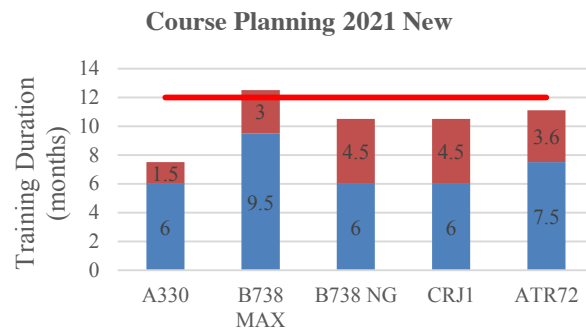
\*\*Sesi Simulator (TQ) pada B738 NG kembali ke kapasitas awal = 14 sesi.

- **Tahun 2021**

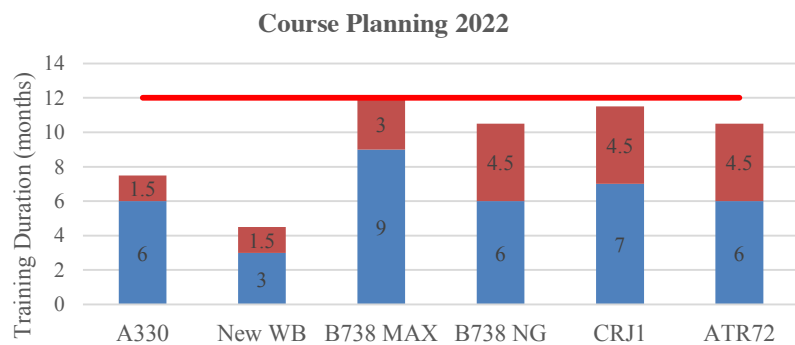


Training tipe pesawat B738 MAX melebihi waktu ideal yaitu 12 bulan.  
Dilakukan penambahan kapasitas *training* pada B738 MAX sebagai berikut:  
- B738 MAX: 3 Sesi SIM (TQ), 3 FIS, dan 12 FIA.

Maka durasi keseluruhan training menjadi:



\*Pada *fleet* B738 MAX, 10 orang selesai *captaincy* pada bulan ke 12,5.



Training masih dalam kendali (tidak melebihi batas waktu ideal)

### Rekapitulasi Perubahan Kapasitas Training

Tabel 10. Tabel Rekapitulasi Perubahan Kapasitas Training

A/C Type	Current			2018			2019			2020			2021			2022		
	TQ	FIS	FIA	TQ	FIS	FIA	TQ	FIS	FIA	TQ	FIS	FIA	TQ	FIS	FIA	TQ	FIS	FIA
B773	2*	2	11	2*	2	11	2*	2	11	2*	2	11	2*	2	11	2*	2	11
A330	3	5	25	5	5	25	3	5	25	3	5	25	3	5	25	3	5	25

New WB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	16	4	4	16	4	4	16
B738 MAX	-	-	-	3	3	12	3	3	12	3	3	12	6	6	24	6	6	24
B738 NG	7	8	63	8	8	63	8	8	63	7	8	63	7	8	63	7	8	63
CRJ	5	2	13	5	4	16	5	4	16	5	4	16	5	4	16	5	4	30
ATR	5	2	16	5	2	16	5	3	16	5	3	16	5	3	16	5	3	16

\*Untuk tipe B773 selalu melakukan sewa simulator (*drylease / wetlease*)

= Penambahan Kebutuhan Kapasitas  = Penurunan Kebutuhan Kapasitas

Dari hasil rekapitulasi, dapat dilihat pada tahun 2018 penabahan kapasitas training dilakukan pada tipe pesawat A330, B738 NG, dan CRJ-1000, serta pegadaan kapasitas training untuk tipe pesawat baru B738 MAX. Pada tahun 2019, terjadi penambahan kapasitas pada tipe pesawat ATR, dan kapasitas training untuk A330 dapat kembali ke kapasitas awal. Pada tahun 2020 dilakukan pegadaan kapasitas training untuk tipe pesawat baru *New Wide Body*, dan kapasitas training untuk B738 NG dapat kembali ke kapasitas awal. Pada tahun 2021, penabahan kapasitas training dilakukan pada tipe pesawat B738 NG. Dan pada tahun 2022, tidak terjadi perubahan pada kapasitas training karena training masih terkendali secara optimal.

#### d. Penentuan Solusi Alternatif

##### Identifikasi Masalah *Course Plan* dengan Matriks Masalah X Solusi

Berikut adalah matriks *problem* dan solusi yang dapat diambil untuk pemenuhan kebutuhan pilot mengacu pada penambahan kapasitas yang terjadi:

Tabel 11. Matriks Problem dan Solusi *Feasible*

Problem Type	Lack of Flight Instructor Simulation (FIS)	Lack of Simulator (SIM)	Lack of Flight Instructor Aircraft (FIA)	SOLUTION
A	√	√	√	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wet lease and training FIA</li> <li>Dry lease / buy new SIM and training FIS &amp; FIA</li> </ul>
B	√	√	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wet lease</li> <li>Dry lease / buy new SIM and training FIS</li> </ul>
C	√	-	√	<ul style="list-style-type: none"> <li>Training FIS &amp; FIA</li> </ul>
D	-	√	√	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dry lease / buy new SIM and Training FIA</li> </ul>
E	√	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Training FIS</li> </ul>
F	-	√	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dry lease / buy new SIM</li> </ul>
G	-	-	√	<ul style="list-style-type: none"> <li>Training FIA</li> </ul>

Berdasarkan matriks diatas, berikut penggolongan problem dan solusi untuk tiap jenis *fleet*:

Tabel 12. Penggolongan Masalah dan Solusi

Fleet Type	Problem Type	Solution
B773	-	-
A330	F	Dry lease / buy new SIM
New WB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wet lease and training FIA</li> <li>Dry lease / buy new SIM and training FIS &amp; FIA</li> </ul>
B738 MAX	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wet lease and training FIA</li> <li>Dry lease / buy new SIM and training FIS &amp; FIA</li> </ul>
B738 NG	F	Dry lease / buy new SIM
CRJ	C	Training FIS & FIA



Fleet Type	Problem Type	Solution
ATR	E	Training FIA

#### Solusi Alternatif

Berdasarkan pengelompokan masalah dan solusi yang ada, berikut solusi alternatif secara mendetail untuk tiap *fleet*-nya:

- **A330**  
Pada tahun 2018, mengalami kekurangan 2 sesi simulator. Dimana dibutuhkan 5 sesi simulator untuk 11.5 bulan. Maka yang dilakukan adalah sewa simulator (*dry lease*) hanya pada tahun 2018. Dikarenakan pada tahun 2019-2022 tidak membutuhkan *drylease*, dimana setiap satu tahun dibutuhkan 3 sesi SIM dengan rata-rata penggunaan 7.5 bulan.
- **New Wide Body**  
Penggunaan *fleet* pertama kali adalah pada tahun 2020, dimana dibutuhkan *training* 4 FIS dan 16 FIA, serta pengadaan simulator baru (dengan penggunaan sesi: 4 sesi). Maka yang dilakukan adalah *training* FIS, *training* FIA, dan *wetlease/drylease* (hanya untuk tahun 2020). Untuk pengadaan simulator lebih baik dilakukan pada tahun 2021 dengan penggunaan 4 sesi TQ dan 1 sesi *recurrent*.
- **B738 MAX**  
Penggunaan *fleet* pertama kali adalah pada tahun 2018, dimana dibutuhkan *training* 3 FIS dan 12 FIA, dan 3 sesi simulator selama 8 bulan hingga akhir 2019. Pada 2021, dibutuhkan tambahan 3 FIS, 12 FIA, dan 3 sesi simulator. Sehingga solusi yang dapat dilakukan adalah *training* FIS, *training* FIA, dan *wetlease/drylease* (sampai tahun 2019). Pengadaan simulator lebih baik dilakukan pada tahun 2020 dengan total sesi yg digunakan 5 sesi (3 TQ dan 2 *recurrent*).
- **B738 NG**  
Dibutuhkan penambahan 1 sesi simulator untuk tahun 2018-2019. Dimana total sesi simulator sebanyak 8 sesi selama 8 sampai 11.5 bulan. Pada tahun 2020-2022, total sesi simulator kembali ke 7 sesi pertahunnya yang digunakan selama rata-rata 10.5 bulan. Maka solusi yang dapat dilakukan adalah sewa simulator (*dry lease*) pada tahun 2018-2019.
- **CRJ 1000**  
Dibutuhkan penambahan 1 FIS dan 3 FIA untuk 5 tahun kedepan (2018-2022). Total akhir 4 FIS dan 16 FIA. Maka solusi yang dapat dilakukan adalah *training* FIS dan *training* FIA dengan catatan sesi simulator yang tersedia masih mencukupi.
- **ATR 72**  
Pada tahun 2019, dibutuhkan penambahan 1 FIS untuk pemenuhan kebutuhan tahun 2019-2022 dimana total akhir 3 FIS. Maka solusi yang dapat dilakukan adalah *training* FIS dengan catatan sesi simulator yang tersedia masih mencukupi.

**Tabel 13. Rekapitulasi Solusi Alternatif untuk Course Plan**

Fleet	2018	2019	2020	2021	2022
A330	<i>Drylease</i> : 2 Sessions SIM	-	-	-	-
NewWideBody	-	-	Training 4 FIS and 16 FIA, <i>drylease</i> 4 SIM*	Pengadaan Simulator	-
B738 MAX	Training 3 FIS and 12 FIA, <i>drylease</i> 3 SIM*	Pengadaan Simulator	-	Training 3 FIS and 12 FIA, <i>drylease</i> 3 SIM*	-
B738 NG	<i>Drylease</i> : 1 Sessions SIM	<i>Drylease</i> : 1 Sessions SIM	-	-	-
CRJ	Training 2 FIS and 3 FIA	-	-	-	-
ATR	-	Training 1 FIS	-	-	-

\* *wetlease* bisa dilakukan apabila biaya *drylease* dan *training* FIS lebih tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Dalam pencapaian tujuan perusahaan, PT. Garuda Indonesia membuat rencana bisnis perusahaan, seperti *fleet plan* atau rencana investasi armada pesawat terbang. Untuk mendukung berjalannya rencana perusahaan tersebut, maka diperlukan perencanaan *cockpit crew* pesawat yang mana direncanakan tiap tahunnya. Ada beberapa batasan atau *constrain* dalam perencanaan *cockpit crew* itu sendiri, seperti alur pemenuhan dengan memperhatikan *pilot career path* yang ada dan juga ketersediaan kapasitas untuk *training* masing-masing tipe pesawat. Dengan adanya permintaan kebutuhan *cockpit crew* ini perusahaan juga harus merencanakan beberapa hal terkait fasilitas *training* untuk pemenuhan kebutuhan *pilot*, seperti instruktur dan mesin simulator pesawat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budi W Sutjipto, (2002). *Paradigma Baru Manajemen Sumber Daya Manusia*, Amara Book, Yogyakarta.  
Henry Simamora, (1997). *Manajemen Sumber Daya Manusia, Edisi Kedua*, STIE YKPN, Yogyakarta.  
Hadari Nawawi, (1997). *Manajemen Sumber Daya Manusia Untuk Bisnis yang Kompetitif*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.  
Jackson Schuler, (1990). *Human Resource Planning: Challenges for Industrials/Organization Psychologist*, New York.  
Safarudin Alwi, (2001). *Manajemen Sumber Daya Manusia*, BPFE UGM, Yogyakarta  
....., (2017). *Unit Operation Support Performance and Cost Control*, Garuda Indonesia.

## PENERAPAN KESELAMATAN KERJA DENGAN USULAN PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG MATERIAL *FLAMMABLE*

Agnes Ferguson<sup>1</sup>, Hotma Antoni Hutahaean<sup>2</sup>, Marsellinus Bachtiar Wahju<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta

Jl. Jenderal Sudirman No. 51 Jakarta 12930

Telp. (021) 5708826

E-mail: hahutahaean@yahoo.com

### ABSTRAK

Gudang flammable material membutuhkan penataan yang baik dan terorganisir sehingga dapat meminimalisir dampak negative yang diakibatkannya, serta memperhatikan kekerapan penggunaan material. Penelitian ini bertujuan untuk penataan tata letak gudang untuk material flammable.

Penataan gudang menggunakan metode class-based storage membagi produk sesuai dengan kelasnya yaitu fast moving dan slow moving, serta metode dedicated storage dibagi menjadi dua alternatif yang dibedakan berdasarkan penyusunan posisi pada pallet, yaitu secara horizontal dan vertical, serta membandingkannya untuk mengetahui metode yang paling meminimasi kebutuhan jarak perpindahan berdasarkan transaksi produk. Kelompok jenis produk masing-masing dilakukan perhitungan flow rate untuk mengetahui lokasi peletakan produk pada pallet serta kebutuhan pallet. Jarak lintasan dengan metode class based sebesar 1249,49 m dengan 54% pengurangan dari kondisi awal dan total biaya sebesar Rp 3.438.500,00 dengan 6,44% pengurangan dari kondisi awal. Metode dedicated storage alternatif pertama, total jarak lintasan sebesar 1139,80 m dengan 58% pengurangan dari kondisi awal dan total biaya sebesar Rp 3.427.500,00 dengan 6,73% pengurangan dari kondisi awal. Pada metode dedicated storage alternatif kedua, total jarak lintasan sebesar 1235,38 m dengan 55% pengurangan dari kondisi awal dan total biaya sebesar Rp 3.427.500 dengan 6,73% pengurangan dari kondisi awal. Metode terbaik dengan jarak dan biaya terkecil yaitu metode dedicated storage alternatif pertama.

**Kata Kunci:** Class Based Storage; Dedicated Storage ; Gudang Flammable

## 1. PENDAHULUAN

Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menurut OSHA (*Occupational Safety and Health of the United State Government*) adalah bahan yang karena sifat kimia maupun kondisi fisiknya berpotensi menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia, kerusakan properti dan atau lingkungan. Sedangkan menurut [Peraturan Pemerintah](#) Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun, B3 didefinisikan sebagai bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusak [lingkungan hidup](#), dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Mengingat penting dan dampaknya [Bahan Berbahaya dan Beracun](#) bagi manusia, lingkungan, kesehatan, dan kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya, pemerintah melakukan pengaturan ketat. Pengaturan pengelolaan B3 ini meliputi pembuatan, pendistribusian, penyimpanan, penggunaan, hingga pembuangan limbah B3.

Gudang *flammable* merupakan gudang yang menyimpan bahan-bahan kimia. Beberapa bahan kimia pada gudang ada yang berbahaya dan ada yang tidak. Beberapa bahan kimia juga merupakan bahan kimia mudah terbakar. Selain itu, terdapat syarat khusus untuk menyimpan beberapa produk. Oleh karena itu diperlukan perhatian khusus kepada gudang *flammable*. Hal ini dilakukan untuk tetap menjaga kesehatan dan keselamatan kerja.

Tata letak merupakan satu keputusan penting yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. Tata letak memiliki banyak dampak strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam kapasitas, proses, fleksibilitas, dan biaya, serta kualitas lingkungan kerja, kontak pelanggan, dan citra perusahaan. Tata letak yang efektif dapat membantu organisasi mencapai sebuah strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah, atau respon cepat. Tujuan strategi tata letak adalah untuk membangun tata letak yang ekonomis yang memenuhi kebutuhan persaingan perusahaan. Hezer & Render (2006)

Hezer & Render (2006) tata letak gudang adalah sebuah desain yang mencoba meminimalkan biaya total dengan mencari paduan yang terbaik antara luas ruang dan penanganan bahan. Tujuan tata letak gudang (*warehouse layout*) adalah untuk menemukan titik optimal di antara biaya penanganan bahan dan biaya-biaya

yang berkaitan dengan luas ruang dalam gudang. Sebagai konsekuensinya, tugas manajemen adalah memaksimalkan penggunaan setiap kotak dalam gudang yaitu memanfaatkan volume penuhnya sambil mempertahankan biaya penanganan bahan yang rendah. Biaya penanganan bahan adalah biaya - biaya yang berkaitan dengan transportasi barang masuk, penyimpanan, dan transportasi bahan keluar untuk dimasukkan dalam gudang. Hezer dan Render (2006)

Hasil pengamatan di lapangan sering di jumpai tata letak gudang *flammable* saat ini belum optimal karena penyusunan dan peletakan barang masih secara acak belum tertata dengan baik dan mengikuti kaidah pembuatan gudang yang efisien dan efektif. Keterbatasan area juga merupakan penyebab ketidakaturan peletakan barang-barang. Terdapat penumpukan-penumpukan di sepanjang gang gudang sehingga menyebabkan tembok menjadi rusak dan mempersulit pendataan barang dan juga pengambilan barang yang diperlukan untuk lini produksi. Selain penumpukan barang di gang, terdapat barang yang diletakan di luar area gudang karena keterbatasan tempat. Karena penempatan yang tidak tertib dan menghalangi gang, maka akan menghambat material handling yang akan mengakses gudang untuk proses pengambilan maupun penyimpanan..

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan tata letak yang optimal menggunakan metode *class-based storage* dan *dedicated storage*. Hasil pengaturan tata letak yang paling optimal dari kedua metode tersebut akan dibandingkan dengan tata letak gudang yang sekarang yang kemudian juga akan digunakan sebagai pembanding untuk mendapatkan tata letak yang paling baik dan optimal.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, metodologi dilakukan dengan tahapan : (Gambar 1)

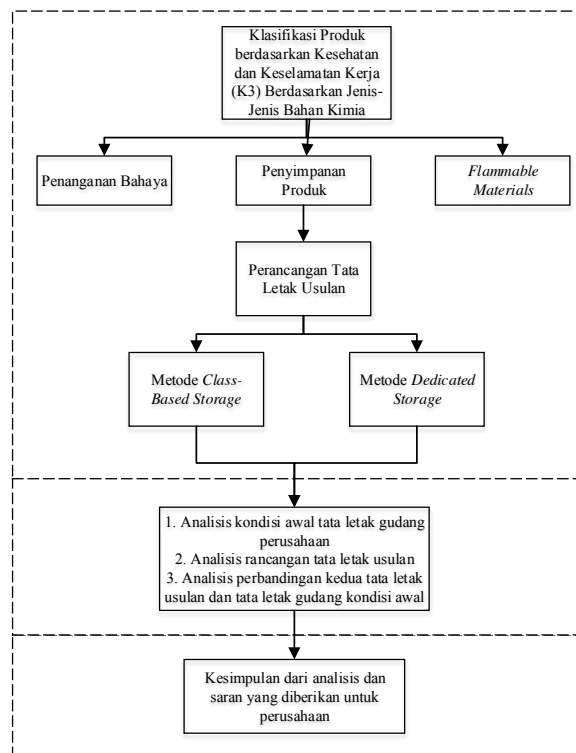
Penetapan tujuan untuk memperlancar dan juga mengarahkan dalam melakukan pemecahan masalah dan analisa. Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan observasi dan wawancara serta melakukan observasi dan wawancara pada perusahaan.

Perancangan usulan perbaikan tata letak gudang dengan metode terbaik yang dapat meminimalkan jarak dan biaya serta dapat menampung seluruh produk pada gudang, dimulai dari: (1) Menghitung total jarak lintasan pada kondisi saat ini, (2) Menghitung kebutuhan pallet untuk menyesuaikan dengan kapasitas gudang, (3) Menentukan lebar gang dengan menggunakan rumus diagonal pallet, (4) Menentukan kapasitas gudang dan slot penyimpanan, (5) Melakukan perancangan *layout* gudang dengan penggunaan rak apabila kapasitas gudang tidak memenuhi kebutuhan gudang, (6) Menentukan jarak pada *layout* usulan, (7) Menentukan setiap jenis kelompok produk dan menghitung *flowrate*, (8) Mengurutkan kelompok produk berdasarkan *flowrate* dari yang terbesar ke terkecil.

Langkah selanjutnya (9) Mengalokasikan produk pada pallet untuk menentukan jumlah tempat penyimpanan produk, (10) Penentuan tata letak dengan metode *class-based storage*, terdiri dari (a) Pembagian kelas berdasarkan presentase *flowrate*: Kelas A, produk dengan nilai presentase 80% pengambilan; Kelas B, produk dengan nilai presentase 15% pengambilan; Kelas C, produk dengan nilai presentase 5% pengambilan, (b) Mengalokasikan pembagian kelas ke posisi pallet pada gudang. Dan (c) Menghitung total jarak tempuh berdasarkan *distance* dan *flowrate*.

Langkah selanjutnya (11) Penentuan tata letak dengan metode *dedicated storage*, dengan 2 alternatif, yaitu: (a) Metode *dedicated storage* alternatif 1: Berdasarkan *flowrate* terbesar ke terkecil dan perhitungan alokasi pallet, dilakukan peletakan produk secara horizontal dan melakukan penyusunan berdasarkan *flowrate*, dan (b) Metode *dedicated storage* alternatif 2: Berdasarkan *flowrate* terbesar ke terkecil dan perhitungan alokasi pallet, dilakukan peletakan produk secara horizontal dan melakukan penyusunan berdasarkan *flowrate*.

Metode diakhiri dengan (12) Melakukan perbandingan metode-metode dengan membandingkan *distance* dan jarak tempuh, (13) Membandingkan biaya total *material handling* dan operator pada kondisi awal dan metode-metode yang dilakukan, dan (14) Melakukan analisa dan mengambil kesimpulan.



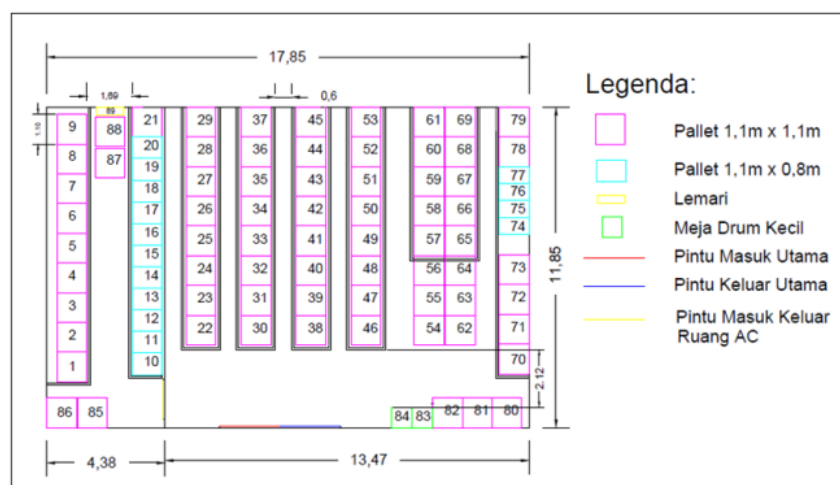
Gambar 1. Metodologi Penelitian

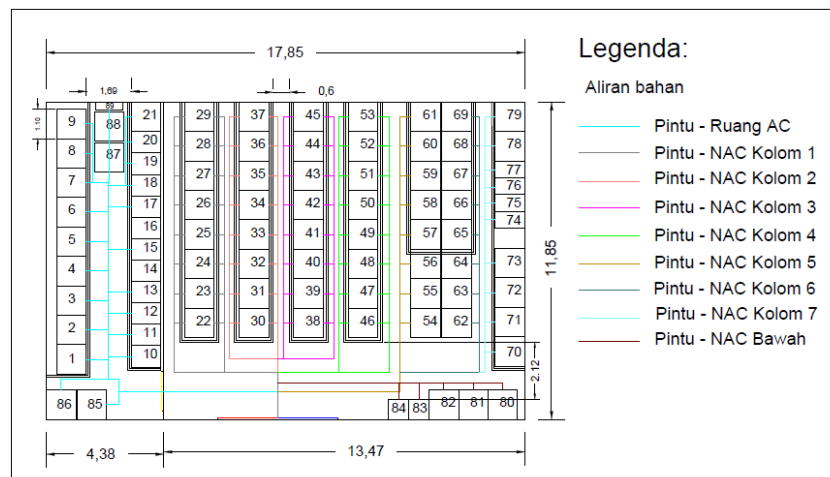
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a) Kondisi Saat ini

Pada gambar 2 *layout* kondisi saat ini, berdasarkan perhitungan diketahui bahwa total jarak lintasan produk berdasarkan posisi pallet pada kondisi saat ini sebesar 2745,53 m.

Gambar 2. menunjukkan *layout* gudang dan aliran bahan pada kondisi saat ini. Luas gudang berukuran 17,85m x 11,85m x 6m menyimpan produk menggunakan 2 jenis pallet berukuran 1,1m x 1,1m dan 1,1m x 0,8m, serta 1 lemari untuk penyimpanan beberapa produk. Pada ruang AC berukuran 4,38m x 11,85m terdapat pintu masuk berukuran 1,5m dan gang berukuran 1,69 m terdapat 14 pallet hitam ukuran 1,1m x 1,1m dan 11 pallet ukuran 1,1m x 0,8m. Pada ruang Non AC berukuran 13,47m x 11,85m terdapat pintu utama berukuran 4,5m dan gang dengan 0,6m terdapat 57 pallet berukuran 1,1m x 1,1m dan 4 pallet ukuran 1,1m x 0,8m serta 2 meja untuk meletakkan beberapa drum kecil.





Gambar 2. *Layout dan Aliran Bahan Kondisi Gudang Flammable Pada Saat Ini*

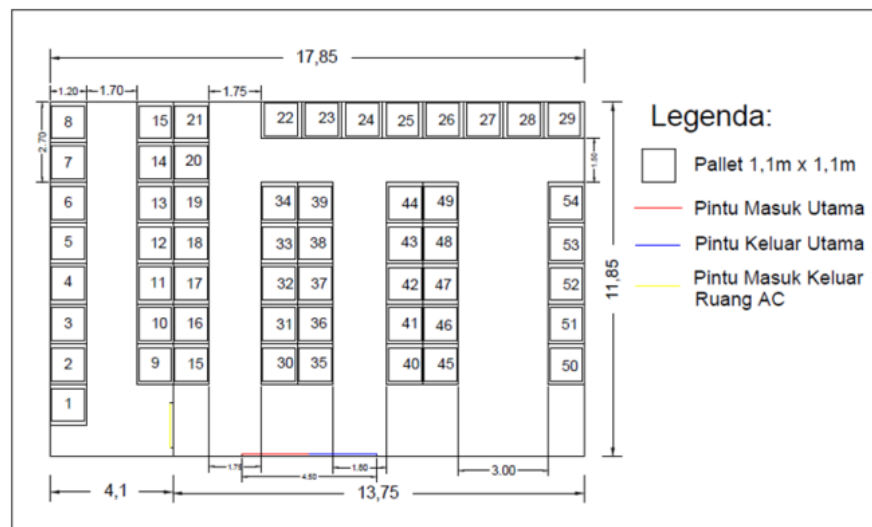
Berdasarkan *layout* dan ukurannya, diketahui bahwa kondisi gudang tidak memenuhi kaidah gudang. Tidak memenuhi kaidah gudang karena lebar gang yang tidak sesuai untuk material handling, gang yang digunakan untuk meletakkan barang, susahnya pengambilan dan peletakan barang karena harus mengeluarkan terlebih dahulu pallet yang diletakan di gang sehingga memperlambat proses pengambilan barang, peletakan barang yang diletakan tanpa tersistem sehingga tidak teratur, sulitnya pencarian, penempatan dan pengambilan barang karena barang yang tersebar di setiap sisi gudang, di gang, dan tertumpuk dan tertutup barang lainnya sehingga proses menjadi lama.

#### b) Kebutuhan Pallet dan Kapasitas Gudang

Hasil penentuan kebutuhan pallet didapatkan bahwa dibutuhkan 28 pallet untuk ruang AC dan 73 pallet untuk ruang Non AC sehingga total kebutuhan keseluruhan adalah 101 pallet.

Pada kondisi saat ini, kapasitas gudang untuk kebutuhan pallet tidak dapat terpenuhi. Maka diperlukan pembuatan rak sebagai tempat penyimpanan barang. *Layout* usulan dengan penggunaan rak dapat dilihat pada gambar 3.

Perhitungan kebutuhan pallet didapatkan bahwa dibutuhkan 28 pallet untuk ruang AC dan 73 pallet untuk ruang Non AC sehingga total kebutuhan keseluruhan adalah 101 pallet. Maka dapat disimpulkan bahwa kondisi gudang saat ini, belum dapat memenuhi kebutuhan pallet, yang mengakibatkan barang-barang ditempatkan pada gang-gang. Setelah mengetahui jumlah kebutuhan pallet, diperlukan perhitungan kapasitas gudang untuk mengetahui apakah gudang dapat menampung kebutuhan pallet. Pada perhitungan kapasitas gudang dengan memperhitungkan lebar gudang, diketahui bahwa gudang dapat menampung maksimal total 67 pallet sehingga dapat disimpulkan kapasitas gudang tidak dapat menampung seluruh kebutuhan pallet. Oleh karena itu, perlu dibuat *layout* usulan dengan menggunakan rak.



Gambar 3. *Layout* Usulan dengan Menggunakan Rak 2 lantai

Pada gambar 3, *layout* usulan dengan menggunakan rak, didapatkan bahwa luas area gudang dapat menyimpan 30 pallet pada ruang AC dan 80 pallet pada ruang non AC. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan *layout* usulan, gudang dapat menampung kebutuhan barang pada pallet.

### c) Flow Rate Jenis Kelompok Produk

Berikut merupakan hasil penentuan *flowrate* setiap jenis produk berdasarkan perhitungan:

Tabel 1. Rekapitulasi *Flow Rate* Kelompok Produk pada Ruang AC

No	Kelompok Produk	<i>Flow Rate</i>
1	AC <i>Import</i> Pail	31,67%
2	AC Lokal Pail	15,00%
3	AC Lokal Jirigen	8,33%
4	AC <i>Import</i> Blek	5,56%
5	AC <i>Import</i> Pcs	1,11%
6	AC Lokal Pcs	38,33%

Tabel 2. Rekapitulasi *Flow Rate* Kelompok Produk pada Ruang Non AC

No	Kelompok Produk	<i>Flow Rate</i>
1	NAC <i>Import</i> Pail	1,83%
2	NAC Lokal Pail	4,88%
3	NAC Lokal Jirigen	37,80%
4	NAC Lokal Blek	2,44%
5	NAC <i>Import</i> Sak	0,61%
6	NAC Lokal Sak	11,28%
7	NAC Lokal Mesh Pallet	29,88%
8	NAC Lokal Tabung	1,83%
9	NAC <i>Import</i> Drum	0,61%
10	NAC Lokal Drum	7,93%
11	NAC <i>Import</i> Pcs	0,61%
12	NAC Lokal Pcs	0,30%

Untuk menganalisis persoalan tata letak gudang *flammable*, perlu ditentukan *flowrate* dari sebuah produk (pergerakan produk). *Flow rate* yang telah didapat kemudian produk diurutkan berdasarkan *flow rate* terbesar. Urutan *flow rate* ini yang menentukan urutan penempatan produk pada posisinya. Penentuan *flow rate* dalam perhitungan merupakan *flow rate* setiap kelompok produk.

Setelah didapat nilai *flow rate* untuk setiap kelompok produk di ruang AC, dapat ditentukan penyusunan tata letak gudang *flammable* pada ruang AC yang sesuai berdasarkan urutan *flow rate*. Berikut merupakan urutan kelompok produk berdasarkan nilai *flow rate* dari yang terbesar ke terkecil:

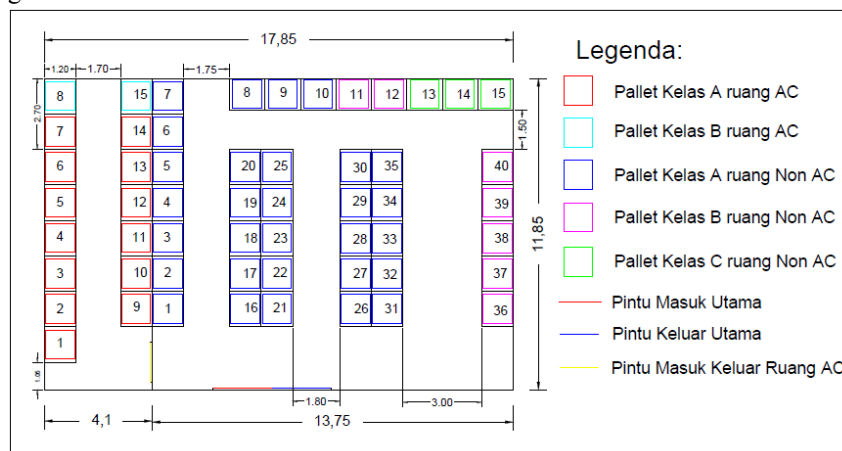
1. Kelompok Produk AC Lokal *Pieces*
2. Kelompok Produk AC *Import Pail*
3. Kelompok Produk AC Lokal Pail
4. Kelompok Produk AC Lokal Jirigen
5. Kelompok Produk AC *Import Blek*
6. Kelompok Produk AC *Import Pieces*

Setelah didapat nilai *flow rate* untuk setiap kelompok produk di ruang non AC, dapat ditentukan penyusunan tata letak gudang *flammable* pada ruang non AC yang sesuai berdasarkan urutan *flow rate*. Berikut merupakan urutan kelompok produk berdasarkan nilai *flow rate* dari yang terbesar ke terkecil:

1. Kelompok Produk NAC Lokal Jirigen
2. Kelompok Produk NAC Lokal *Mesh Pallet*
3. Kelompok Produk NAC Lokal Sak
4. Kelompok Produk NAC Lokal Drum
5. Kelompok Produk NAC Lokal Pail
6. Kelompok Produk NAC Lokal Blek
7. Kelompok Produk NAC *Import Pail*
8. Kelompok Produk NAC Lokal Tabung
9. Kelompok Produk NAC *Import Sak*
10. Kelompok Produk NAC *Import Drum*
11. Kelompok Produk NAC *Import Pieces*
12. Kelompok Produk NAC Lokal *Pieces*

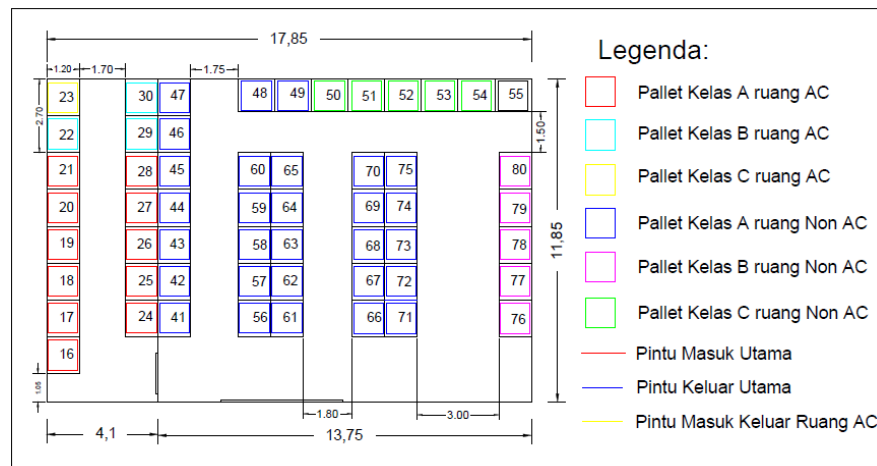
#### d) Rancangan Tata Letak Metode Class Based Storage

*Layout* gudang *flammable* usulan berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 dengan metode *Class-Based Storage* dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. *Layout* Usulan Lantai 1 dengan Menggunakan Metode *Class-Based Storage*





**Gambar 5. Layout Usulan Lantai 2 dengan Menggunakan Metode Class-Based Storage**

Penentuan tata letak dengan metode *class-based storage*, dilakukan dengan menempatkan kelompok produk berdasarkan klasifikasi dari produk dengan ketentuan sebagai berikut:

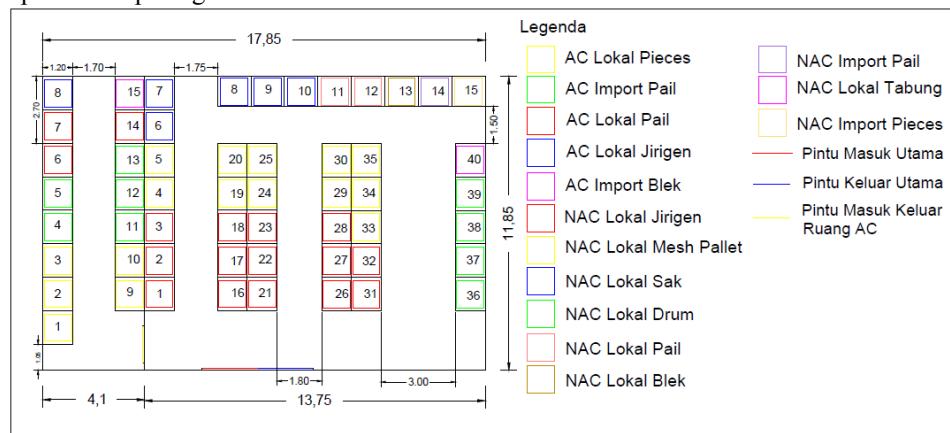
1. Kelas A → Produk dengan nilai presentase 80% pengambilan
2. Kelas B → Produk dengan nilai presentase 15% pengambilan
3. Kelas C → Produk dengan nilai presentase 5% pengambilan

Setelah melakukan klasifikasi kelas untuk setiap kelompok produk, dilakukan peletakan kelompok produk berdasarkan jumlah pallet yang dibutuhkan. Kelompok produk kelas A diletakan dekat dengan pintu, kemudian kelas B, dan terakhir kelas C. Urutan posisi kelompok produk dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

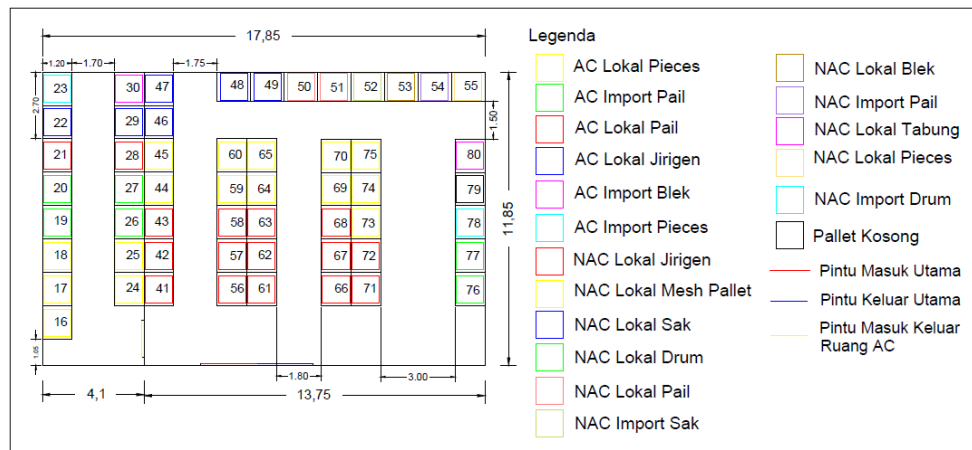
#### e) Rancangan Tata Letak Metode Dedicated Storage

##### Alternatif 1

Layout gudang *flammable* usulan berdasarkan tabel 5 dan tabel 6 dengan metode *Dedicated Storage* Alternatif 1 dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



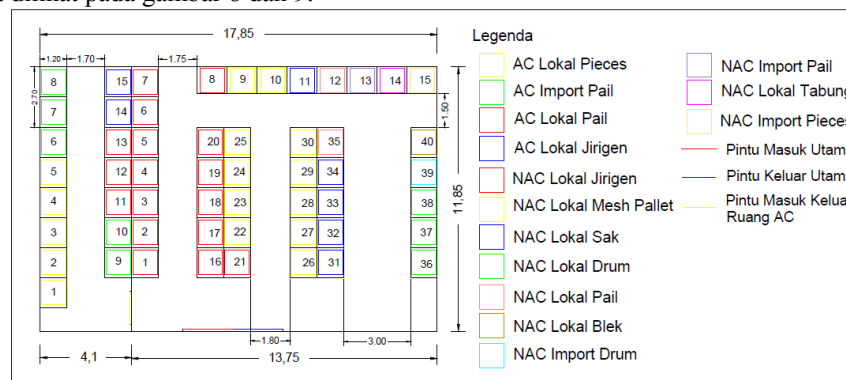
**Gambar 6. Layout Usulan Lantai 1 dengan Menggunakan Metode Dedicated Storage Alternatif 1**



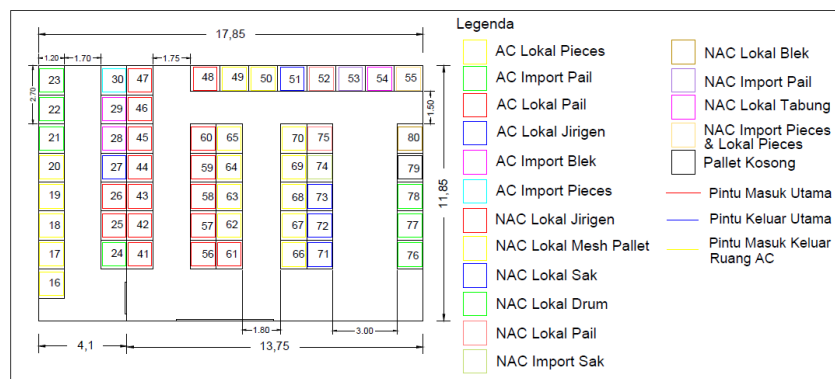
Gambar 7. Layout Usulan Lantai 2 dengan Menggunakan Metode *Dedicated Storage* Alternatif 1

### Alternatif 2

Layout gudang *flammable* usulan berdasarkan tabel 7 dan tabel 8 dengan metode *Dedicated Storage* Alternatif 2 dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Layout Usulan Lantai 1 dengan Menggunakan Metode *Dedicated Storage* Alternatif 2



Gambar 9. Layout Usulan Lantai 2 dengan Menggunakan Metode *Dedicated Storage* Alternatif 2

### Alternatif 1

Pada metode *dedicated storage*, alternatif pertama penempatan lokasi barang dilakukan berdasarkan transaksi. Produk yang melakukan banyak transaksi, akan diletakkan pada tempat yang membutuhkan jarak terpendek. Banyaknya transaksi diukur berdasarkan banyaknya *flow rate* produk dan sangat diperhatikan ketentuan untuk produk dengan *flow rate* terbesar mendapat prioritas pertama untuk ditempatkan pada lokasi yang memiliki jarak tempuh terdekat. Urutan posisi kelompok produk berdasarkan alternatif pertama yaitu peletakan secara horizontal, dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

## Alternatif 2

Urutan posisi kelompok produk berdasarkan alternatif pertama yaitu peletakan secara vertikal, dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

### f) Perbandingan Metode Rancangan Tata Letak

Hasil perbandingan jarak lintasan dan jarak tempuh metode-metode terhadap kondisi saat ini dengan nilai presentase pengurangan, dapat dilihat pada tabel 9 dan 10.

**Tabel 9. Perbandingan *Distance* dan Nilai Presentase Pengurangan**

Metode	<i>Distance</i> (m)	Presentase Pengurangan
Kondisi Awal	2745,53	
<i>Class Based</i>	1249,49	54%
<i>Dedicated</i> Alternatif 1	1139,80	58%
<i>Dedicated</i> Alternatif 2	1235,38	55%

**Tabel 10. Perbandingan *Distance* dan Jarak Tempuh Metode**

Metode	<i>Distance</i> (m)	Jarak Tempuh (m)
<i>Class Based Storage</i>	1249,49	269,45
<i>Dedicated</i> Alternatif 1	1139,80	226,22
<i>Dedicated</i> Alternatif 2	1235,38	278,21

Pada tabel 9, perbandingan *distance* dan nilai presentase pengurangan diketahui bahwa metode terbaik adalah metode *dedicated* alternatif 1 karena mempunyai *distance* terkecil dan presentase pengurangan yang paling besar. Kondisi saat ini merupakan metode yang paling kurang baik karena nilai *distance* yang besar.

Pada tabel 10, diketahui metode *dedicated* alternatif 1 merupakan metode terbaik karena jarak tempuh yang paling kecil. Metode *dedicated* alternatif 2 yang paling kurang baik karena jarak tempuh yang paling besar.

## PERBANDINGAN TOTAL BIAYA

Total biaya yang dikeluarkan berdasarkan metode-metode terhadap kondisi saat ini dengan nilai persentase, dapat dilihat pada tabel 11:

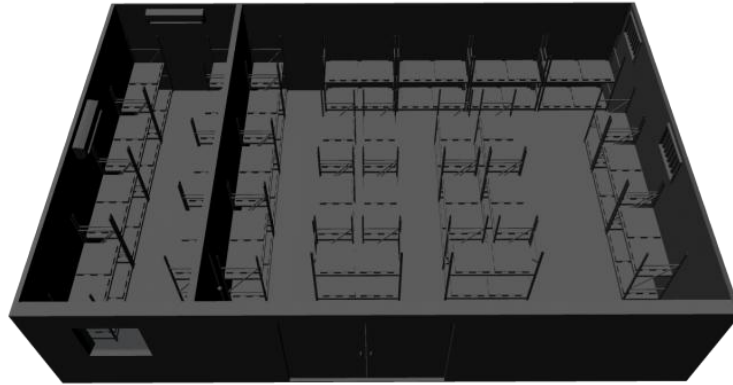
**Tabel 11. Perbandingan Biaya dan Presentase Perbandingan**

Metode	Total Biaya	Presentase Pengurangan
Kondisi Awal	Rp3.675.000	
<i>class based</i>	Rp3.438.500	6,44%
<i>Dedicated</i> Alternatif 1	Rp3.427.500	6,73%
<i>Dedicated</i> Alternatif 2	Rp3.427.500	6,73%

Pada tabel 11, diketahui perbandingan biaya-biaya pada kondisi awal dan metode yang digunakan. Diketahui total biaya terbesar pada kondisi saat ini. Metode terbaik adalah metode *dedicated* alternatif 1 dan 2 karena presentasi pengurangan dari kondisi saat ini terbesar dibanding metode *class based storage*.

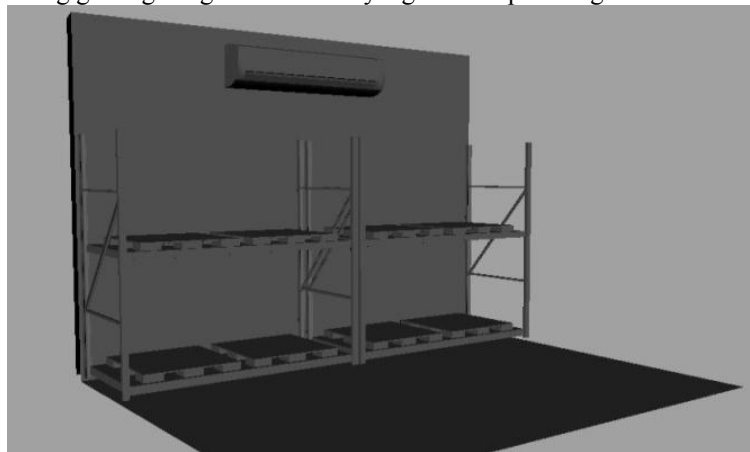
Metode terbaik yaitu metode *dedicated storage* alternatif 1 (peletakan secara horizontal) dilihat dari total jarak dan biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari kedua metode lainnya. Berdasarkan pengolahan data yang telah dibuat, metode terbaik didapat apabila menghasilkan *layout* gudang dengan total jarak tempuh, jarak lintasan, dan total biaya terkecil. Hal ini disebabkan karena dengan total jarak tempuh, jarak lintasan, dan total biaya yang terkecil, maka *layout* gudang menjadi efektif dalam penempatan dan pengambilan barang dan juga aliran produk yang masuk dan keluar.

### g) Keselamatan dan Kesehatan Kerja

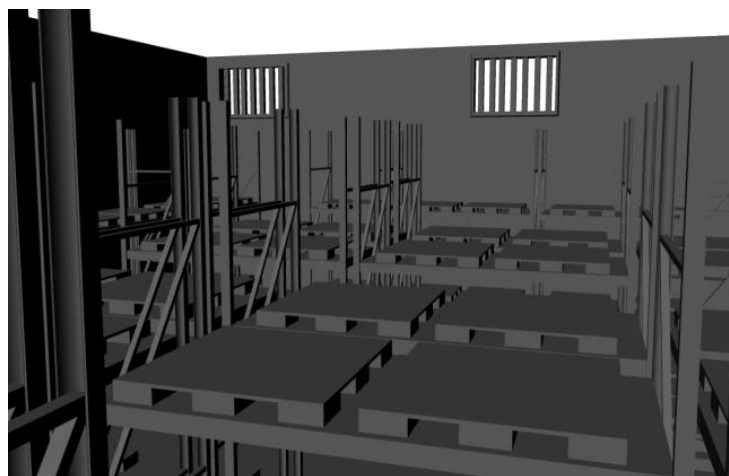


**Gambar 9. Layout Gudang Tampak Atas dalam 3D**

Pada gambar 9 merupakan *layout* gudang *flammable* usulan yang dibagi menjadi dua bagian. Hal ini dilakukan sebagai syarat penyimpanan beberapa produk. Produk dibagi menjadi produk yang harus diletakan pada ruangan sejuk karena tidak dapat terkena suhu panas dan produk yang diletakan di suhu biasa. Produk yang tidak dapat terkena suhu panas, akan diletakan pada ruang AC yang terletak pada bagian kiri dan produk yang lainnya diletakan pada ruang gudang dengan suhu biasa yang terletak pada bagian kanan.



**Gambar 10. AC pada Ruang sebagai Syarat Penyimpanan Beberapa Produk**



**Gambar 11. Peletakan Ventilasi pada Gudang**

Beberapa produk pada gudang *flammable* memiliki kriteria penyimpanan yang khusus. Terdapat produk-produk yang harus disimpan pada tempat yang sejuk. Oleh karena itu, gudang dibagi menjadi area AC

dan Non AC. Area AC digunakan untuk menyimpan produk sehingga kualitasnya tetap baik seperti pada gambar 10. Pada area gudang non AC, dibuat beberapa ventilasi sebagai kriteria penyimpanan bahan kimia dan juga menjadi syarat beberapa produk seperti pada gambar 11. Hal ini dilakukan sebagai pencegahan dan cara penyimpanan produk, agar kualitas produk terjaga dan menghindari bahaya sehingga tercapainya keselamatan dan kesehatan kerja.

#### IV. KESIMPULAN

Pada kondisi gudang *flammable* saat ini mempunyai jarak dari pallet ke pintu utama sebesar 2745,53 m. Pada kondisi sekarang, terdapat pallet dan produk yang diletakan pada gang karena tidak mempunyai tempat dan menghalangi jalan. Biaya yang dikeluarkan dengan kondisi gudang saat ini sebesar Rp 3.675.000,00. Tata letak usulan menggunakan metode *class-based storage* dan metode *dedicated storage* dengan dua alternatif. Pada metode *class-based*, total jarak lintasan sebesar 1249,49 m dengan presentase pengurangan sebesar 54% dari kondisi awal dan total biaya sebesar Rp 3.438.500,00,00 dengan presentase pengurangan sebesar 6,44%. Pada metode *dedicated storage* alternatif pertama memiliki total jarak lintasan sebesar 1139,80 m dengan presentase pengurangan sebesar 58% dan total biaya sebesar Rp 3.427.500,00 dengan presentase pengurangan sebesar 6,73%. Pada metode *dedicated storage* alternatif kedua memiliki total jarak lintasan sebesar 1235,38 m dengan presentase pengurangan sebesar 55% dan total biaya sebesar Rp 3.427.500 dengan presentase pengurangan sebesar 6,73%. Ketiga metode tata letak usulan memiliki total jarak dan biaya yang lebih kecil dibanding kondisi saat ini.

Rata-rata jarak lintasan untuk tata letak gudang usulan menggunakan metode *dedicated storage* alternatif pertama lebih kecil. Rata-rata biaya yang dikeluarkan pada kedua metode *dedicated* lebih kecil dibanding dengan metode *class-based*. Berdasarkan jarak lintasan dan total biaya, maka tata letak gudang usulan menggunakan metode *dedicated* alternatif satu yang terbaik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J.M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Perpindahan Material Handling*. Edisi Ketiga. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Anton, T.J.(1989). *Occupational Safety and Health Management*. Singapore: McGraw-Hill Book.Co.
- Efendi, H.(2005). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Fumi, A., Scarabotti,L., Schiraldi, M.M. (2013). Minimizing Warehouse Space with a Dedicated Storage Policy.*International Journal of Engineering Business Management, Vol. 5*.
- Ferguson, A. (2017). *Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Flammable*. Skripsi. Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta.
- Hadiguna, R. A., dan Setiawan, H. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: ANDI.
- Heizer, J., dan Render, B. (2006). *Operations Management (Manajemen Operasi)*. Jakarta : Salemba Empat.
- Mangkunegara, A.P.(2002). *Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Mulcahy, D.E. (1994). *Warehouse Distribution & Operation Handbook*. Michigan: McGraw-Hill Inc.
- Simanjuntak,P.J.(1994). *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: HIPSMI.
- Shwair, M.I., Altarazi, S.A. (2014). Layout Design of Multiple Blocks Class-Based Storage Strategy Warehouse.*Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operation Management*.
- Tompkins., dan Tanchoco. (1996) *Facilities Planning*. Third Editions. Wiley & Sons incorporated,John.
- Wignjosoebroto,S. (2003). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya : Guna Widya.

## PEMURNIAAN ETANOL DENGAN MEMANFAATAKAN ABU SEKAM PADI DALAM SINTESIS ZEOLIT HIDROFOBİK SEBAGAI ALTERNATIF PENGANTI BBM

Ari Purnomo<sup>1\*</sup>, Misbahudin Alhanif<sup>2</sup>, Chusnul Khotimah<sup>3</sup>, Umami Az Zuhra<sup>4</sup>,  
Bellatrik Rahma Putri<sup>5</sup>, Andri Cahyo Kumoro<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,6</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedharto SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052

<sup>5</sup>Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedharto SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telp. (024) 7460052

E-mail : ariipurnomoo@gmail.com

### ABSTRAK

Berdasarkan PP Nomor 5 Tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif, muncullah berbagai penelitian pemanfaatan etanol sebagai pengganti bensin. Namun, untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar, etanol harus memiliki kemurniaan 99,5 % (fuel grade ethanol). Etanol fuel grade tidak dapat dihasilkan dengan menggunakan destilasi sederhana karena campuran etanol-air memiliki titik azeotrope. Zeolit adalah salah adsorben yang dapat digunakan untuk memisahkan campuran air-etanol dan memperoleh kemurnian yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh zeolit sintesis sebagai adsorben hidrofobik dari abu sekam padi hasil samping pembakaran industri batu bata dengan variabel perbandingan silika/alumina, berat zeolit, waktu adsorpsi, dan kadar etanol awal untuk pemurnian etanol menjadi fuel grade. Penelitian ini menggunakan abu sekam padi sebagai sumber silika, natrium hidroksida dan aluminium hidroksida sebagai bahan utama dalam pembuatan zeolit. Tahapan yang dilakukan adalah preparasi abu sekam padi, pembuatan zeolit hidrofobik, karakterisasi dan pengujian. Kadar etanol terbaik dalam penyerapan etanol yaitu menggunakan zeolit dengan komposisi silika alumina 15:1 dengan umpan larutan etanol awal 10 % waktu pendiaman 120 menit dengan berat zeolit 4 gram, sehingga menghasilkan etanol hasil adsorpsi dengan kadar 98,929 %.

**Kata Kunci:** Abu Sekam Padi, Adsorben, Etanol,

### 1. PENDAHULUAN

Menurut Blueprint dari Departemen ESDM (2014), cadangan minyak bumi di Indonesia yang ada yakni sebesar 9,1 miliar barel dan produksi saat ini sebesar 387 juta barel. Sehingga rasio cadangan per produksi saat ini akan habis dalam 23 tahun mendatang. Namun dengan ketersediaan infrastruktur kilang nasional saat ini, produksi BBM dalam negeri baru dapat memenuhi sekitar 56% kebutuhan BBM nasional. Sehingga diperlukan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Salah satu alternatif pengganti bensin adalah etanol (ESDM, 2014).

Etanol yang digunakan sebagai bahan bakar disebut dengan *Fuel Grade Ethanol* (FGE) yang memiliki kemurniaan lebih dari 99,5 % dan angka oktannya sebesar 116-129 (Prihandana, 2008). *Fuel grade ethanol* dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam keadaan murni atau dicampur dengan bensin dengan konsentrasi yang bervariasi (BSN, 2008). Namun konsumsi energi untuk menghasilkan *fuel grade ethanol* masih cukup besar.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam produksi etanol fuel grade yaitu Harjono (2004) menggunakan metode destilasi cair-cair dalam pemurnian etanol, namun hanya didapatkan kemurniaan etanol maksimum sebesar 96 % akibat campuran etanol-air mengandung titik azeotrope dimana tidak dapat dipisahkan berdasarkan titik didih. Dilanjutkan oleh Kumar et al. (2010) pada penelitiannya menggunakan metode distilasi azeotrop yaitu dengan menambahkan komponen ketiga yang disebut dengan *entrainer*. ketika *entrainer* ditambahkan ke dalam campuran azeotrop maka akan terbentuk *ternary azeotrope* yang kemudian didistilasi sehingga akan didapatkan etanol murni. Kelemahan dari metode pemisahan ini adalah biaya modal dan konsumsi energi yang tinggi, serta ketergantungan pada bahan kimia beracun seperti benzene (karsinogenik) dan sikloheksana (mudah terbakar).

Kemudian Azahari, dkk (2008) menggunakan metode pemisahan kimiawi dengan menambahkan kalsium oksida (CaO) dan kalium asetat pada campuran azeotrop alkohol-air. Bahan kimia tersebut akan bereaksi kuat dengan air membentuk senyawa non-volatil. Karena senyawa tersebut tidak mudah larut dalam alkohol maka dapat dengan mudah dipisahkan dari alkohol dengan distilasi langsung. Kelemahan dari penelitian ini yaitu campuran tersebut harus didiamkan selama 24 jam sambil sesekali diaduk. Selain itu, jumlah etanol yang hilang pada proses pemurnian sangat tinggi, mencapai 30%. Pada penelitian selanjutnya, Soerawidjaya (2009) menggunakan metode destilasi vakum dengan dasar teori semakin rendah tekanan, maka konsentrasi alkohol dalam campuran alkohol-air semakin tinggi. Pada teknik ini, destilasi dilakukan dengan menggunakan dua kolom yang bekerja pada tekanan yang berbeda. Namun, metode ini tidak direkomendasikan karena konversinya yang kecil sehingga kurang ekonomis.

Huang (2008) melakukan dehidrasi etanol dengan gel silika untuk memurnikan etanol hasil fermentasi. Etanol didistilasi sampai kadar azeotropnya 95 %, kemudian didehidrasi (penjerapan air dalam campuran) sampai kadar 99%. Metode ini disebut dengan penjerapan dengan adsorben hidrofilik (suka air). Penelitian yang hampir sama dengan Huang adalah Kusuma (2009) dan Chan (2013), yang masing-masing menggunakan karbon aktif dan *molecular sieves* tipe 3A dan 4A untuk menggantikan gel silika sebagai penjerap air. Penelitian di atas kurang efektif karena membutuhkan banyak adsorber untuk meningkatkan kemurnian etanol dari 95 sampai 99,95%. Dengan kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap air yang sangat rendah (hanya 20 mg H<sub>2</sub>O /g sorbent) dan waktu pendiaman *molecular sieve* yang lama (12 jam waktu adsorpsi). Penelitian terbaru mengenai membran pemisah uap oleh Lau (2011) namun kebutuhan energi yang sangat tinggi (750 kJ/mol) dalam pemisahan campuran etanol-air menjadi tidak efektif penggunaannya.

Oleh karena itu diperlukan adsorben dengan konsumsi energi yang rendah, waktu adsorpsi yang singkat serta memiliki daya adsorpsi yang tinggi dalam produksi etanol fuel grade yang memiliki kemurnian 99,5 %. Metode yang dinilai efektif dan efisien untuk menghasilkan *fuel grade ethanol* adalah metode adsorpsi menggunakan adsorben yang dapat menyerap etanol dari campuran etanol air. Metode ini menggunakan adsorben yang bersifat hidrofobik (tidak suka air) dan sangat cocok digunakan pada etanol hasil fermentasi dengan kadar etanol dibawah 12 % tanpa harus melakukan proses destilasi. Hal ini dikarenakan sifat hidrofobik hanya akan menyerap material yang dibutuhkan yakni etanol dari campuran tersebut. Hal ini dapat dilakukan melalui modifikasi zeolite sintetis dengan berbagai komposisi silika alumina.

Zeolit merupakan material yang tersusun atas silika dan alumina dengan perbandingan tertentu. Selain sangat berpori, zeolit juga memiliki struktur molekul dan bentuk yang unik. Inilah yang mengakibatkan zeolit mempunyai luas permukaan yang besar. Selain itu, pemilihan adsorben zeolit didasarkan karena tidak memerlukan input energi yang tinggi, dan tidak akan menyebabkan kontaminasi terhadap etanol yang dihasilkan setelah proses penjerapan etanol (Khaidir, 2011). Secara umum, zeolit dengan kadar silika rendah bersifat hidrofilik, sedangkan zeolit dengan kadar silika tinggi bersifat hidrofobik. Peralihan dari sifat hidrofilik menjadi hidrofobik terjadi pada rasio Si/Al sekitar 10. Pada penelitian ini dikembangkan adsorben zeolit sintetis dengan kandungan silika yang bersumber dari abu sekam padi hasil pembakaran industri batu bata (Auerbach et al, 2013).

Potensi silika yang terdapat dalam abu sekam kulit padi relatif tinggi. Abu sekam kulit padi mengandung 94,5% silika (Husin, 2002). Abu sekam padi mempunyai keuntungan karena jumlah elemen lain (pengotor) yang tidak diinginkan sangat sedikit serta memiliki luas permukaan yang besar (Taherzadeh, 2008).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Dasar Teknik Kimia Departemen Teknik Kimia dan UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi yang diperoleh dari industri batu bata di Lampung, etanol 70% dibeli dari toko kimia Indrasari Semarang, NaOH 75% dibeli dari toko kimia Indrasari Semarang, Al(OH)<sub>3</sub> yang dibeli dari toko kimia Multi Kimia Raya Nusantara Semarang, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat yang dibeli dari toko kimia Indrasari Semarang, dan aquadest yang dibeli dari toko kimia Indrasari Semarang.

Pembuatan zeolit hidrofobik dibuat dengan mencampurkan natrium silikat dan natrium aluminat. Abu sekam padi yang berwarna putih terang dikeringkan dengan sinar matahari sampai kadar airnya kurang dari 10% kemudian dihaluskan dengan mortar dan diayak. Abu sekam padi ditimbang 10 gram kemudian dicampurkan dengan 40 gram NaOH untuk menghasilkan natrium silikat lalu dipanaskan pada suhu 350°C selama 4 jam hingga berubah menjadi padatan. Kemudian padatan dilarutkan dalam 100 ml aquadest dan didiamkan selama 12 jam. Pembuatan natrium aluminat dilakukan dengan melarutkan 20 gram NaOH kedalam 100 ml aquadest dan dipanaskan pada suhu 100°C diatas magnetic stirrer dengan

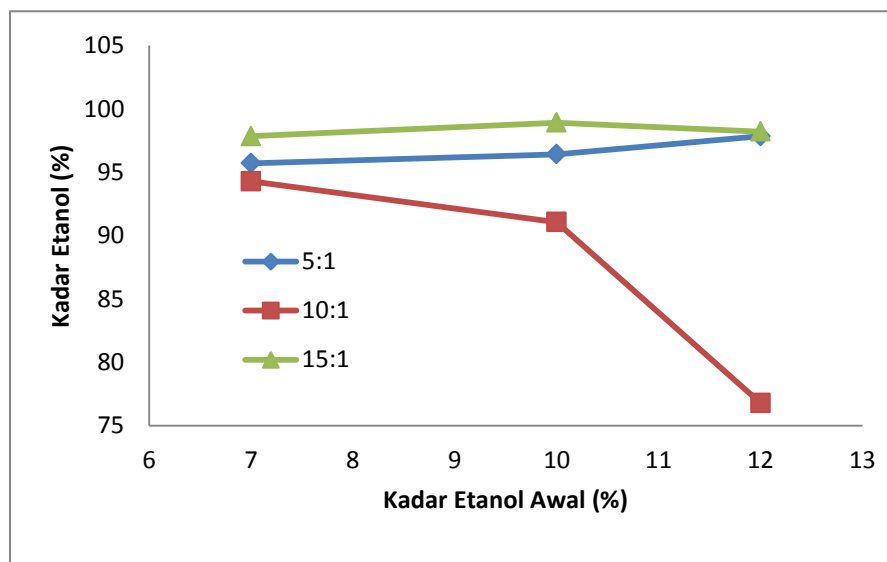
pengadukan 200 rpm. Setelah larutan mencapai 100<sup>0</sup>C ditambahkan sedikit demi sedikit Al(OH)<sub>3</sub> sebanyak 8,5 gram selama 20 menit hingga larut sempurna. Natrium silikat dan natrium aluminat yang telah jadi lalu dicampurkan dengan rasio Si/Al 5:1, 10:1, dan 15:1. Campuran kemudian dioven pada suhu 150<sup>0</sup>C selama 3 hari dan diatur pHnya dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat hingga pHnya dibawah 10. Kemudian dioven kembali hingga kering dan dihaluskan untuk mendapatkan hasil yang seragam.

Adsorpsi etanol dilakukan untuk mengetahui kemampuan zeolit sebagai adsorben hidrofobik untuk menghasilkan *fuel grade ethanol*. Variabel yang dikaji dalam penelitian ini selain rasio Si/Al adalah berat adsorben, waktu adsorben, dan kadar etanol awal. Etanol sebanyak 100 ml dengan variasi kadar 7,5%, 10%, dan 12,5% dibuat dari etanol 70% masing-masing dituang kedalam beaker glass. Zeolit dengan variasi berat 4, 8, dan 12 gram dimasukkan kedalam larutan etanol. Kemudian dibiarkan selama 60 90, dan 120 menit. Kemudian zeolit dipisahkan dari tiap larutan. Analisis data dilakukan dengan mengukur indeks bias sisa larutan etanol yang diadsorpsi oleh zeolit dengan menggunakan refraktometer.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengaruh kadar etanol awal terhadap proses adsorpsi

Keefektifan adsorpsi zeolit terhadap etanol dapat dibuktikan dengan memvariasikan kadar etanol awal yang digunakan. Pada industri pemurniaan etanol, kadar etanol awal yang digunakan biasanya berkisar antara 7 – 12 %. Proses adsorpsi dilakukan dengan cara merendam adsorben ke dalam larutan etanol-air. Proses adsorpsi ini menggunakan zeolite sebagai adsorben dengan komposisi silika alumina yang sudah dimodifikasi. Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larutan etanol dengan kadar 7 %, 10 % dan 12 % sebanyak 100 mL. Sedangkan variable tetapnya yaitu waktu penjerapan selama 120 menit dan berat zeolite sebesar 4 gram.



Gambar 1. Pengaruh kadar etanol awal terhadap daya adsorpsi zeolit

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara kadar etanol awal dan kadar etanol hasil adsorpsi menggunakan zeolite dengan berbagai variasi komposisi silika : alumina (5:1, 10:1 dan 15:1). Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk zeolite dengan komposisi silika alumina 15:1 dengan umpan larutan etanol 10 %, menghasilkan etanol hasil adsorpsi dengan kadar tertinggi yaitu 98,929 %. Sedangkan untuk komposisi silika alumina 10 :1 dan kadar awal etanol 7 % dihasilkan etanol 94,286% dan zeolite dengan komposisi Si/Al 5:1 dengan kadar etanol awal 12 % menghasilkan etanol dengan konsentrasi sebesar 97,858%.

Hal ini dikarenakan ukuran pori zeolit yang besar sehingga dapat menyerap molekul etanol dengan ukuran 4,4 angstrom, sedangkan untuk molekul air mempunyai ukuran pori 3 angstrom. Selain itu, zeolit dengan rasio Si/Al paling besar akan mampu mengikat etanol lebih banyak karena bersifat lebih hidrofobik. Dengan rasio Si/Al yang tinggi dan ion logam yang rendah, molekul-molekul air tidak dapat terperangkap dalam pori-pori zeolite dan tidak berinteraksi dengan ion natrium yang mengelilingi permukaan zeolite (Byrappa dan Yoshimura, 2010). Oleh karena itu, dengan meningkatnya konsentrasi awal etanol dari 7 % dan 10 % dengan komposisi 15:1 menghasilkan daya adsorpsi dan selektivitas yang



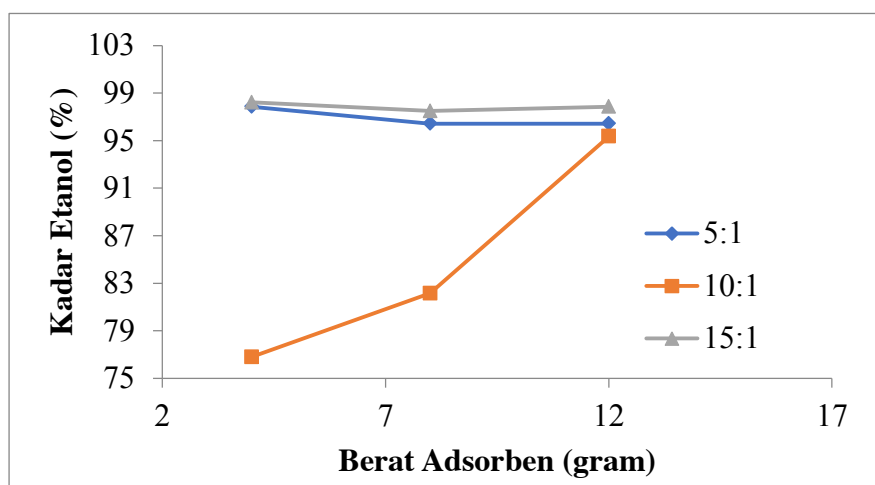
semakin tinggi terhadap etanol. Namun seiring bertambahnya konsentrasi etanol awal melebihi 10 % akan menyebabkan adsorbent lebih cepat jenuh sehingga konsentrasi etanol dalam produk relatif konstan.

Selain itu daya adsorpsi mengalami penurunan pada zeolite dengan komposisi silika alumina 10:1 disebabkan zeolit akan mengalami dealuminasi ketika konsentrasi etanol lebih besar dari 7%. Dealuminasi merupakan peristiwa berkurangnya komposisi mineral aluminium (Al) yang mengakibatkan perubahan pada rasio Si/Al pada zeolit. Dengan rendahnya rasio Si/Al menyebabkan zeolite memiliki sifat hidrofilik. Hal ini sesuai dengan penelitian Silvia (2008) yang mengatakan bahwa zeolit akan terdealuminasi dengan perubahan komposisi mineral Al dari 2,49% menjadi 1,3%. Selain itu, Pada zeolit dengan komposisi 10 :1 air yang sudah terserap perlahan-lahan dilepaskan kembali, sedangkan air yang diserap oleh zeolit sintetis dengan komposisi 15:1 akan terikat kuat (Al-sheh dkk., 2008).

Pada percobaan ini yaitu pada komposisi 15:1 dan 5 : 1 persentase kenaikan kadar etanol setelah proses adsorpsi tidaklah begitu besar. Hal tersebut disebabkan oleh bahan yang terjerap dalam pori-pori zeolit masih bercampur antara etanol dengan air dalam fase cair. Pada prinsipnya proses adsorpsi melalui cara perendaman adalah pengikatan air secara fisika. Metode pemisahan yang lebih baik terhadap campuran etanol-air dapat dilakukan dalam fase uap dengan kondisi yang terkontrol dengan baik, sehingga fungsi zeolit sebagai material zeolite akan lebih optimal.

### 3.2 Pengaruh berat adsorben terhadap kadar etanol yang dihasilkan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi berat adsorben terhadap kadar etanol yang dihasilkan dengan waktu adsorpsi 120 menit dan kadar etanol umpan 12 % dihasilkan kemurnian etanol tertinggi sebesar 97,858% dengan berat adsorben sebesar 4 gram. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kusworo (2015) menunjukkan hasil bahwa semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan, maka jumlah etanol yang terjerap juga semakin banyak. Menurut Breck (1964) sifat zeolit hidrofilik / hidrofobik terutama bergantung pada rasio Si / Al, yaitu, sifat hidrofilik zeolitik meningkat seiring dengan kandungan aluminium dalam kerangka zeolit yang meningkat dan sebaliknya. Selain itu sifat hidrofobik/hidrofilik dari zeolit juga bergantung pada struktur kerangkanya (Bowen, 2004). Zeolit beta silika murni telah dilaporkan jauh lebih hidrofobik daripada silika-1 dan zeolit zonol 12, meskipun mengandung hampir tanpa aluminium.



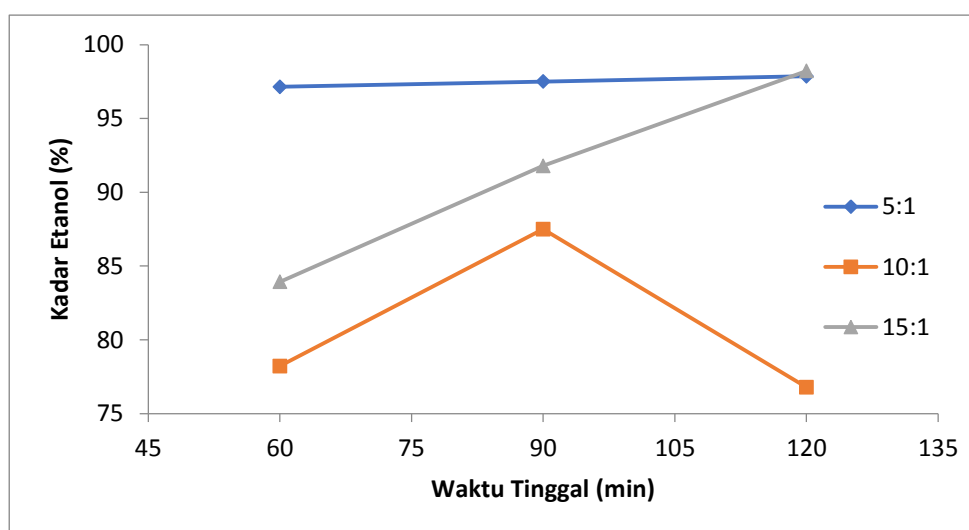
Gambar 2. Pengaruh berat adsorben terhadap kadar etanol yang dihasilkan

Namun pada penelitian ini dengan rasio Si/Al 5:1 dan 15:1 penambahan jumlah adsorben menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan semakin menurun. Fenomena ini terjadi dikarenakan pada rasio Si/Al 5:1 secara molekuler, zeolit yang terbentuk memiliki jumlah alumina yang relatif besar dimana sifat hidrofilik zeolitik meningkat seiring dengan kandungan aluminium dalam kerangka zeolit yang meningkat. Sedangkan penurunan kadar etanol yang dihasilkan pada rasio Si/Al 15:1 dengan variasi berat dikarenakan adanya kandungan alumina sebesar 6% relatif terhadap silika. Penambahan jumlah adsorben yang dilakukan akan meningkatkan jumlah air yang terserap, meskipun secara keseluruhan jumlah etanol yang terserap lebih besar dibandingkan jumlah air yang terserap. Dengan demikian, meningkatnya adsorpsi etanol maupun air secara berkesinambungan menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan semakin menurun.

### 3.3 Pengaruh waktu kontak terhadap kadar etanol yang dihasilkan

Pada penelitian sebelumnya, waktu penjerapan yang dilakukan dalam pemurniaan etanol dengan menggunakan *activated carbon* sebesar 12 jam dan *molecular sieve* yakni 18 jam (Bastidas, 2010). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh waktu kontak adsorben terhadap kemurnian etanol yang dihasilkan. Variasi waktu yang digunakan yakni 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui waktu optimum yang dibutuhkan adsorben untuk menyerap etanol.

Waktu kontak berpengaruh terhadap proses difusi dan proses penjerapan molekul etanol. Selain itu, waktu kontak menunjukkan karakteristik adsorben dalam menyerap etanol dengan mengetahui titik jenuh penjerapannya (Solikah dan Utami, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh V.O. Vasylechko *et al.* dalam Mohit (2015) penjerapan meningkat dengan waktu optimum sebesar 60-70 menit saat zeolit mencapai titik jenuh dalam penghilangan logam limbah batik. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Pankaj *et al.* dalam Mohit (2015) waktu optimum penjerapan adalah pada rentang 60-120 menit. Penjerapan oleh adsorben meningkat seiring lamanya waktu kontak hingga tercapainya kesetimbangan. Saat mendekati kesetimbangan (keadaan jenuh) dari adsorben, penyerapan menurun dan mendekati nol.



Gambar 3. Hubungan waktu kontak terhadap kadar etanol yang dihasilkan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa kadar etanol paling tinggi dihasilkan pada waktu kontak 120 menit pada zeolit dengan perbandingan rasio Si/Al 15 : 1. Kadar etanol yang dihasilkan adalah 98,215%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Pankaj *et al* dalam Mohit (2015). Namun pada rasio Si/Al 5 : 1, kadar etanol pada waktu kontak 120 menit mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan pada zeolit tersebut mengalami dealuminasi dimana komposisi alumina meningkat dan sifat hidrofobiknya menurun yang menyebabkan air terjerap semakin banyak.

### 3.4 Analisa sifat fisika etanol hasil adsorpsi

Analisa sifat fisika etanol hasil adsorpsi meliputi penampakan fisik berupa warna, bau, densitas, indeks bias, dan pH.

#### 3.4.1 Warna dan bau etanol hasil adsorpsi

Berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) baik untuk etanol teknis maupun untuk bioetanol terdenaturasi dapat dilihat ditabel berikut :

**Tabel 1. Standar nasional Indonesia kualitas etanol (SNI 7390-2008)**

Parameter	Unit, Min/Max	Spesifikasi	Metode Uji (SNI 7390-2008)
Kadar etanol	%-v, min.	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)	Sub 11.1
Kadar metanol	mg/L, max.	300	Sub 11.1
Kadar air	%-v, max.	1	Sub 11.2
Kadar denaturan	%-V, min.	2	Sub 11.3
	%-V, max	5	
Kadar Cu	Mg/kg, max	0,1	Sub 11.4
Keasaman	sbg		
CH <sub>3</sub> COOH	mg/L, max.	30	Sub 11.5
Tampakan		Jernih & tdk ada endapan	Peng. visual
Ion klorida	mg/L, max.	40	Sub 11.6
Kandungan Sulfur	mg/L, max.	50	Sub 11.7
Getah (gum), dicuci	mg/100 mL, max.	5,0	Sub 11.8
pH		6,5-9,0	Sub 11.9

Sumber: Ahmad Budi Junaidi, 2012

Hasil penampakan fisik dan bau etanol hasil adsorpsi menggunakan zeolit hidrofobik dengan berbagai komposisi kandungan silika alumina ( 5:1 , 10:1 dan 15: 1) ditunjukkan pada tabel berikut :

**Tabel 2. Warna dan bau etanol hasil adsorpsi menggunakan zeolit dengan berbagai komposisi silika alumina**

Etanol Hasil Adsorpsi	Warna	Bau
Zeolit 5:1	Jernih dan terang, tidak ada endapan atau kotoran	Khas etanol, tidak asam
Zeolit 10:1	Jernih dan terang, tidak ada endapan atau kotoran	Khas etanol, tidak asam
Zeolit 15:1	Jernih dan terang, tidak ada endapan atau kotoran	Khas etanol, tidak asam

Warna dan bau bioetanol yang dihasilkan dari hasil pemurnian menggunakan zeolit sesuai dan memenuhi syarat berdasarkan Standar Nasional Indonesia Kualitas Etanol yang dapat digunakan sebagai etanol untuk campuran bahan bakar (gasohol) [SNI 7390-2008].

### 3.4.2 Densitas, indeks bias dan pH etanol hasil adsorpsi

Hasil uji densitas, indeks bias dan pH pada etanol hasil adsorpsi dengan menggunakan zeolit hidrofobik dengan variabel tetap yang digunakan yaitu berat adsorben 4 gram, waktu penjerapan 120 menit dan kadar etanol awal 10 % dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 3. Densitas, indeks bias dan pH etanol hasil adsorpsi menggunakan zeolite dengan berbagai komposisi silika alumina**

Etanol Hasil Adsorpsi	Densitas (g/mL)		Indeks Bias		pH	
	H	S	H	S	H	S
Zeolit 5:1	0,795	0,785	1,3633	1,3614	7	6,5-9,0
Zeolit 10:1	0,810		1,3648		7	
Zeolit 15:1	0,788		1,3622		7	

Keterangan : H = hasil uji

S = Standar Nasional Indonesia

Dari tabel 3 terlihat bahwa nilai densitas dan indeks bias etanol hasil adsorpsi dengan menggunakan zeolite sintetis mendekati nilai SNI 7390 tahun 2008 dimana nilai SNI tersebut merupakan etanol pada keadaan murni 100 %. Sedangkan untuk nilai pH pada etanol tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan berdasarkan SNI 7390 tahun 2008.

#### 4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian pembuatan adsorben untuk proses pemurnian etanol menjadi *fuel grade ethanol* ini adalah sebagai berikut:

- (1) Kadar etanol awal terbaik dalam penjerapan etanol yaitu menggunakan zeolit dengan komposisi silika alumina 15:1 dengan umpan larutan etanol awal 10 %, sehingga menghasilkan etanol hasil adsorpsi dengan kadar 98,929 %.
- (2) Berat adsorben terhadap kadar etanol yang dihasilkan dengan waktu adsorpsi 120 menit dan kadar etanol umpan 12 % dihasilkan kemurnian etanol tertinggi sebesar 97,858% dengan berat adsorben sebesar 4 gram.
- (3) Waktu optimum dalam penjerapan etanol paling baik dihasilkan pada waktu kontak 120 menit menggunakan zeolite dengan perbandingan rasio Si/Al 15 : 1. Kadar etanol yang dihasilkan adalah 98,215%.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan penelitian ini, banyak pihak yang telah membantu baik dalam hal penyediaan dana, pembimbingan maupun dalam hal penyediaan peralatan penelitian. Untuk itu, terimakasih disampaikan kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah menyediakan dana penelitian. Seluruh civitas akademika Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas penelitian berupa laboratorium, monitoring dan evaluasi.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Asheh, S., F. Banat dan Al-Lagtah, N., (2008). *"Separation of Ethanol-Water Mixtures Using Molecular Sieve and Biobased Adsorbent"*.
- Auerbach, S.M., Kathleen, A.C., Prabir K.D., (2013). *Handbook of Zeolite Science and Technology*, Taylor & Francis.
- Azahari, Delima Hasri. (2008). Pengembangan Industri Biofuel (Tantangan Baru Sektor Pertanian). Seminar Pusat Penelitian Ekonomi dan Analisa Kebijakan Pertanian, 11 April 2008. Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Bioetanol Terdenaturasi Untuk Gasohol*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Bastidas, P. A., Gil, I. D., dan Rodríguez, G., (2010). *Comparison of the main ethanol dehydration technologies through process simulation*, 20th European Symposium on Computer Aided Process Engineering.
- Bowen T.C., Noble R.D. and J.L. Falconer, (2004). *Fundamentals and applications of pervaporation through zeolite membranes*, J. Membr.Sci. 245
- Breck D.W., (1964). *Zeolite Molecule Sieves*, JohnWiley, New York,
- Byrappa. dan Yoshimura, M (2010). *Handbook of Hydrothermal Technology: A Technology for Crystal Growth and Materials Processing*. New York, USA: William Andrew.
- Cekova B., and V. Zlatanovic, (2006). *Synthesis of the zeolite ZSM-5 and its structural testing*, (02-R-02), Resent Research Reports, 13<sup>th</sup> IZC, Montpellier.
- Chan, W.-H., & Ng, C.-F. (2013). *Water-alcohol separation by pervaporation through zeolite-modified poly(amidesulfonamide)*. Journal of Applied Polymer Science, 82(6), 1323-1329.
- [DESDM] Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2014). *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025*. Jakarta (ID): DESDM.
- Harjono, (2004). *Zeolit Bahan pembelah Tanah*. Suara Merdeka, 23 Februari.
- Henley, E. J. dan Seader J. D. (1981). *Equilibrium-Stage Separation Operation in ChemicalEngineering*. John Wiley & Sons, Inc. Kanada.
- Huang, H.-J., Ramaswamy, S., Tschirner, U. W., & Ramarao, B. V. (2008). *A review of separation technologies in current and future biorefineries*. Separation and Purification Technology, 62(1). 1-21.
- Husin, A.A. (2002). *Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Bandung. Modul 1-3,hal 6-7.
- Karman, J. (2012). *Bioetanol Berbahan Baku Lignoselulosa*. Jurnal teknologi dan ProsesPengolahan Liomassa., 101-108.

- Kumar, S., Neetu, Sigh., dan Ram, P. (2010). *Anhydrous ethanol : A Renewable source of energy*. J Renewable and Sustainable Energy Review, 14, 18-301844.
- Kusuma, D.S., Dwiatmoko, A.A. (2009). *Pemurnian Etanol Untuk Bahan Bakar*. Berita IPTEK, 47(1), 48-56.
- Kusworo. (2015). *Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Adsorpsi dan Destilasi Adsorpsi dengan Adsorben Zeolit*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri.
- Khaidir. (2011). *Adsorption Separation of Ethanol Water Liquid Mixtures by Zeolite*. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. 44 :267-274.
- Kiss, A. A. dan R. M. Ignat. (2012). *Innovative Single Step Bioethanol Dehydration in An Extractive Dividing Wall Column*. Separation and Purification Technology 98 Journal. 2012, 290-297.
- Lau, W.-J., Ismail, A.-F., Misdan, N., & Kassim, M.-A. (2011). *A recent progress in thin film composite membrane: a review*. Desalination, 287, 190-199.
- Melta F.M., & Ardian P., (2013). *Pemanfaatan Batu Apung Sebagai Sumber Silika Dalam Pembuatan Zeolit Sintesis*. Jurnal Fisika Unand. 2 (4). 264-265.
- Mohit, Nigam *et al.* (2015). *Heavy Metal Removal from Aqueous Solution Using Zeolite*. International Journal of Scientific and Research.
- Onuki S. (2006). *Bioethanol : Industrial production process and recent studies*. Blackie Academic and Profesional London.
- Oscar Fithrah.N, (2008). *Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Batu Bata Dalam Proses Pembakaran*. jurnal Rekayasa Sipil, Vol 4 No.2, hal 1-2
- Prihandana, Rama, dkk. (2008). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Silvia, M., Darmawan, Ragil SAC., (2008). *Pengambilan Air dari Sistem Isopropil Alkohol – Air dengan Distilasi Adsorptif Menggunakan Zeolit Alam dan Silika Gel*. Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- SNI 7390-2008. Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Solikhah, Siti dan Utami, Budi. (2014). *Perbedaan Penggunaan Adsorben dari Zeolit Alam Teraktivasi dan Zeolit Terimmobilisasi Dithizon untuk Penyerapan Ion Logam Tembaga (Cu<sup>2+</sup>)*. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI.
- Soerawidjaya,T.H., (2009). *Strategi PengembanganTeknologi untuk Penyediaan Bahan BakarNabati secara Mandiri dan Berkelanjutan*,keynote speech pada Seminar Nasional TeknikKimia Indonesia, Bandung, Indonesia
- Taherzadeh, M.J., dan Karimi, K. (2008). *Pretreatment of Lignocellulosic Waste to Improve Bioethanol and Biogas Production*. Int. J. Mol. Sci 9, pp. 1621165.
- Wang (2010). *Pemanfaatan Bio-Ethanol Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Berbahan Bakar Premium* Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak hal.63-74
- Warsito, T., & Taslimah. (2008). *Pengaruh Penambahan Surfaktan Cetyltrimethylammonium bromide (n-CTMABr) Pada Sintesis Zeolit-Y*.
- Wymann dkk, (2012). *Adsorption of Ethanol-Water Mixtures by Biomass Materials, Biotech. Bioeng.*, vol. 24, pp. 725-730, 1982.

## PROPORSI MASSA SEGMENT TUBUH TERHADAP BERAT TUBUH USIA 20 – 30 TAHUN ETNIK JAWA INDONESIA

Suprpto<sup>1</sup>, Ainur Komariah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Veteran Bangun Nusantara  
Jl. Letjend. S. Humardani No. 1 Kampus Jombor Sukoharjo 57521

Telp. (0271)593156

E-mail: suprptodd@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Data antropometri dan parameter segmen tubuh sangat penting untuk desain ergonomi maupun untuk aplikasi model biomekanik. Parameter segmen tubuh tidak mudah diperoleh dari subyek hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh. Subyek terdiri dari laki-laki dan wanita etnik Jawa Indonesia usia 20-30 tahun masing-masing sejumlah 30 orang. Rata-rata berat tubuh laki-laki sebesar 61,01 kg dan untuk wanita rata-rata 46,5 kg. Pengukuran volume segmen tubuh menggunakan bak ukur dengan metode pencelupan (*immersion*) yang terdiri dari tangan, lengan bawah, lengan atas, kaki, betis, paha, badan dan seluruh tubuh. Persamaan regresi kerapatan (*density*) tubuh dari persamaan Drillis dan Contini digunakan untuk menentukan *density* dari segmen tubuh. Massa tiap segmen tubuh dapat diperoleh dengan cara mensubstitusi nilai *density* dengan volume segmen tubuh. Proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh untuk laki-laki dari 6 segmen tubuh yaitu tangan (0,64%), lengan bawah (1,62%), lengan atas (2,54%), kaki (1,49%), betis (4,25%) dan paha (10,15%). Sedangkan untuk wanita massa segmen tubuh tangan (0,69%), lengan bawah (1,59%), lengan atas (2,82%), kaki (1,74%), betis (4,82%) dan paha (14,32%). Proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh, untuk wanita lebih besar dari pada laki-laki. Massa segmen tubuh dapat diestimasi berdasarkan berat tubuh.

**Kata Kunci:** antropometri; *immersion*; massa; segmen tubuh; etnik Jawa

### 1. PENDAHULUAN

Antropometri merupakan studi tentang ukuran tubuh dan karakteristik terkait lainnya. Perbedaan individu dan kelompok dan ditentukan dari pengukuran fisik tubuh (Winter, 1990). Karakteristik ras, jenis kelamin dan umur merupakan faktor penting dalam perancangan produk, perancangan tempat kerja, perancangan pakaian dan peralatan, perancangan mebel, konstruksi model biomekanik dan lain-lain, (Park, dkk, 1999). Nakanishi dan Nethery (1999) menyatakan bahwa dari pengamatan secara visual, ada perbedaan karakteristik fisik antara orang asia dan orang barat. Orang barat lebih tinggi dan lebih berat dibanding orang asia. Karakteristik antropometri diantaranya adalah tinggi, berat, panjang dan keliling segmen. Selain itu, perlu diamati tentang *weight* dan *center of mass* dari segmen tubuh (Nurmianto, 2004). Massa, momen inersia, dan lokasinya diperlukan untuk analisis gerak manusia (Winter, 1990). Untuk analisa gerak tubuh maupun untuk aplikasi aktivitas biomekanik, parameter segmen tubuh sangat penting untuk (Lee dkk. 2008). Data antropometri merupakan fundamental untuk model biomekanik. Tanpa data antropometri model biomekanik tidak dapat dikembangkan (Chaffin dan Andersson, 1999).

Data antropometri dan parameter segmen tubuh sangat penting untuk desain ergonomi maupun untuk aplikasi model biomekanik. Misal, dimensi panjang betis dan paha digunakan untuk tinggi duduk dalam perancangan kursi. Untuk perancangan pakaian maupun alat pelindung diri diperlukan data volume segmen tubuh. Untuk perancangan pembuatan protesa kaki palsu atau tangan palsu dan juga untuk analisa gerak manusia dibutuhkan data dimensi panjang dan massa segmen tubuh yaitu panjang betis dan paha (Suprpto dan Komariah, 2013). Untuk analisa gerak atau desain protesa, parameter segmen tubuh dapat diperoleh dari subyek individu maupun populasi (Bjornstrup, 1995).

Contini (1972) menyebutkan bahwa parameter segmen tubuh tidak mudah diperoleh dari subyek hidup. Menurut Park, dkk (1999) di masa lalu, penelitian dilakukan berbasis pada mayat. Saat ini, peneliti mulai mengembangkan alternatif pendekatan dengan subyek hidup sebagai pengganti mayat. Metode yang digunakan antara lain *magnetic resonance imaging* (MRI), *computerized tomography* (CT), *mathematical modeling*, *Photogrammetry*, dan *gamma mass scanning*.

Dalam penelitian ini, untuk menentukan proporsi massa segmen tubuh terhadap berat badan terlebih dahulu dilakukan pengukuran volume segmen tubuh dengan metode pencelupan (*immersion*). Data

volume segmen tubuh selanjutnya dapat digunakan sebagai data untuk menghitung massa segmen tubuh. Metode ini digunakan dengan pertimbangan biaya pengukuran rendah, desain percobaan mudah, dan perhitungan yang sederhana berkaitan dengan volume, kerapatan dan massa segmen tubuh. Manfaat penelitian ini dapat digunakan untuk mengestimasi secara langsung massa segmen tubuh terhadap berat tubuh. Data massa segmen tubuh dapat diaplikasikan untuk analisa gerak model biomekanik maupun untuk perancangan pembuatan protesa kaki palsu atau tangan palsu.

## 2. METODE PENELITIAN

### *Subyek*

Subyek dalam penelitian ini terdiri dari 30 orang laki-laki dan 30 orang wanita etnik Jawa Indonesia dengan rentang usia 20 - 30 tahun. Rata-rata berat tubuh laki-laki sebesar 61,01kg dan untuk wanita rata-rata 46,5 kg.

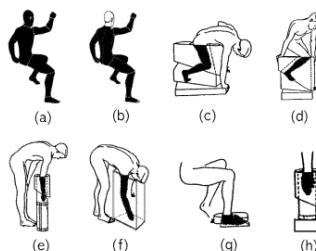
### *Pengukuran Volume Segmen Tubuh*

Metode pencelupan digunakan untuk menentukan volume total tubuh atau segmen tubuh ke dalam suatu urutan tahap bertahap dan dapat diterapkan juga pada subyek hidup (Drillis dkk. 1964). Dalam penelitian ini, diukur volume dari 8 segmen tubuh yaitu seluruh tubuh, badan, paha, betis, lengan bawah, lengan atas, kaki dan tangan. Saat pengukuran, subyek mengenakan baju renang agar pengukuran sesuai ukuran tubuh sebenarnya. Gambar 1 menggambarkan bak ukur yang digunakan untuk mengukur volume segmen tubuh, masing-masing dengan volume 1.500 liter, 135 liter, 34 liter, 6,75 liter dan 12 liter dan segmen tubuh yang diukur volumenya seperti pada Gambar 2.

Prosedur pengukuran volume segmen tubuh mengacu pada prinsip Archimedes. Pertama-tama air dituangkan ke bak ukur dan dicatat volumenya. Kemudian segmen tubuh yang diukur volumenya dicelupkan ke air dan perubahan volume air diukur. Perbedaan menunjukkan volume segmen tubuh yang diukur.



**Gambar 1. Bak ukur pengukuran volume segmen tubuh** (Suprpto dan Ainur, 2013)



**Gambar 2. Bagian segmen tubuh yang dicelupkan** (Park, 1999)

Prosedur pengukuran volume tiap segmen tubuh adalah sebagai berikut:

a. Volume Kaki

- (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.e)
- (2) Celupkan kaki ke air (Gambar 2.g)

- (3) Catat perubahan permukaan air (b)
- (4) Volume kaki = (b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.e)
- b. Volume Betis
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.b)
  - (2) Celupkan betis dan kaki ke air (Gambar 2.b)
  - (3) Catat perubahan permukaan air (b)
  - (4) Volume betis = ((b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.b)) – (volume kaki)
- c. Volume Paha
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.b)
  - (2) Celupkan paha, betis dan kaki ke air (Gambar 2.c)
  - (3) Catat perubahan permukaan air (b)
  - (4) Volume paha = ((b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.b)) – (volume betis) – (volume kaki)
- d. Volume Tangan
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.d)
  - (2) Celupkan tangan ke air (Gambar 2.h)
  - (3) Catat perubahan permukaan air (b)
  - (4) Volume tangan = (b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.d)
- e. Volume Lengan Bawah
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.c)
  - (2) Celupkan lengan bawah dan tangan ke air (Gambar 2.e)
  - (3) Catat perubahan permukaan air (b)
  - (4) Volume lengan bawah = ((b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.c)) – (volume tangan)
- f. Volume Lengan Atas
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.c)
  - (2) Celupkan tangan, lengan bawah dan lengan atas ke air (Gambar 2.f)
  - (3) Catat perubahan permukaan air (b)
  - (4) Volume lengan atas = ((b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.c)) – (volume tangan) – (volume lengan bawah)
- g. Volume Badan
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.a)
  - (2) Celupkan kaki, betis, paha, tangan, lengan bawah, lengan atas dan badan ke air (Gambar 2.b)
  - (3) Catat perubahan permukaan air (b)
  - (4) Volume badan = ((b-a) x (luas alas bak ukur Gambar 1.a)) – (2 x (volume kaki + volume betis + volume paha + volume tangan + volume lengan bawah + volume lengan atas))
- h. Volume seluruh tubuh
  - (1) Catat permukaan air awal (a) dari bak ukur (Gambar 1.a)
  - (2) Celupkan keseluruhan tubuh ke air (Gambar 2.a)

### **Perhitungan density dan massa**

Setiap segmen tubuh memiliki kerapatan (*density*) yang berbeda karena tubuh terdiri dari banyak jenis jaringan. Drillis dan Contini telah mengembangkan persamaan untuk menghitung *density* tubuh (*body density* = *d*) sebagai fungsi dari ponderal indeks  $c = h/w^{1/3}$  (Contini, 1972; Winter, 1990).

$$d = 0.69 + 0.0297c_E \quad \text{kilogram/liter} \quad (1)$$

dimana  $c_E = h/w^{1/3}$  ; *h* = tinggi (inci); *w* = berat badan (*pounds*)

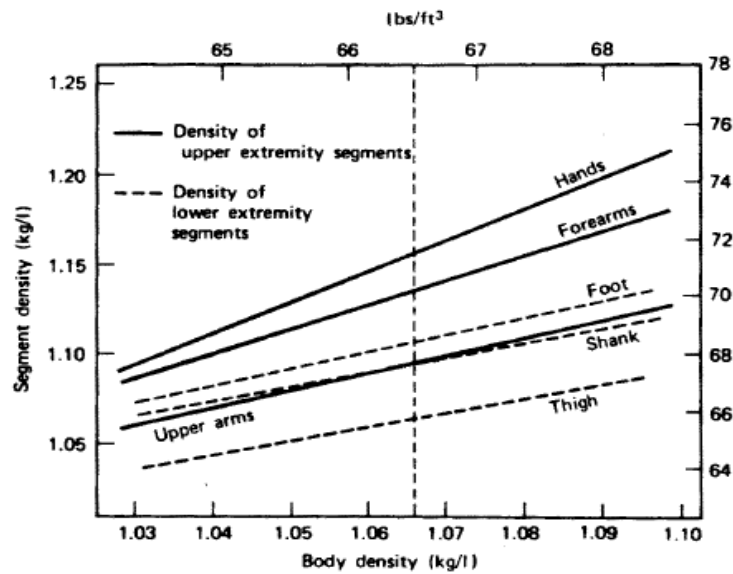
atau

$$d = 0.69 + 0.9c_m \quad \text{kilogram/liter} \quad (2)$$

dimana  $c_m = h/m^{1/3}$  ; *h* = tinggi (meter); *m* = massa (kilogram)

Cara lain untuk menghitung *density* segmen tubuh yaitu dengan pendekatan persamaan regresi antara *density* tubuh dengan masing-masing kerapatan segmen tubuh (Contini, 1972; Winter, 1990) (Gambar 3).





Gambar 3. Segment density sebagai fungsi dari rata-rata body density (Contini, 1972; Winter, 1990)

Dikarenakan subyek masih hidup maka massa dari tiap segmen tubuh tidak dapat diperoleh secara langsung. Oleh karena itu dari hasil pengukuran volume segmen tubuh dan dengan mensubstitusi nilai *density* segmen, maka massa segmen tubuh dapat ditentukan (persamaan 3).

$$\text{Segment Mass (g)} = \text{Segment Volume (cm}^3\text{)} \times \text{Segment Density (g/cm}^3\text{)} \quad (3)$$

Dari hasil perhitungan massa segmen tubuh maka dapat dihitung pula proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh. Dengan demikian massa segmen tubuh dapat diestimasi langsung dari berat tubuh.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran volume segmen tubuh dari subyek laki-laki dan wanita. Tangan memiliki volume terkecil dibandingkan dengan segmen tubuh yang lain. Volume dari seluruh tubuh dan badan mempunyai nilai deviasi yang besar jika dibandingkan dengan volume segmen tubuh yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa berat badan mempunyai variasi yang besar dan sangat berpengaruh terhadap volume seluruh tubuh. Jika dibandingkan antara laki-laki dengan wanita, volume segmen tubuh dipengaruhi oleh volume seluruh tubuh dan berat tubuh. Semakin besar berat tubuh maka akan semakin besar pula volume segmen tubuhnya.

Tabel 1. Volume segmen tubuh (liter)

No	Segmen Tubuh	Laki-laki		Wanita	
		Mean	S. D.	Mean	S. D.
1	Tangan	0,34	0,06	0,28	0,03
2	Lengan Bawah	0,87	0,14	0,65	0,11
3	Lengan Atas	1,42	0,34	1,19	0,16
4	Kaki	0,82	0,12	0,74	0,22
5	Betis	2,38	0,97	2,05	0,47
6	Paha	5,84	1,44	6,25	0,97
7	Badan	29,68	7,34	17,11	5,01
8	Seluruh tubuh	59,27	11,80	44,33	6,17

Dari hasil pengukuran volume segmen tubuh dengan menggunakan persamaan (2) atau pendekatan persamaan regresi Gambar 3, maka dapat diperoleh nilai *density* dari masing-masing segmen tubuh

(Tabel 2). Bagaimanapun, jaringan individual yang menyusun segmen tubuh manusia memiliki *density* yang berbeda-beda. Dari data volume segmen tubuh, dengan menggunakan persamaan (3) maka massa segmen tubuh dapat dihitung (Tabel 3).

**Tabel 2. Density segmen tubuh (kg/liter)**

No	Segmen Tubuh	Density	
		Laki-laki	Wanita
1	Tangan	1,158	1,164
2	Lengan Bawah	1,134	1,139
3	Lengan Atas	1,096	1,099
4	Kaki	1,106	1,109
5	Betis	1,093	1,095
6	Paha	1,063	1,065

**Tabel 3. Massa segmen tubuh (liter)**

No	Segmen Tubuh	Laki-laki		Wanita	
		Mean	S. D.	Mean	S. D.
1	Tangan	0,39	0,05	0,32	0,04
2	Lengan Bawah	0,99	0,14	0,74	0,11
3	Lengan Atas	1,55	0,35	1,31	0,17
4	Kaki	0,91	0,12	0,81	0,25
5	Betis	2,59	1,02	2,24	0,50
6	Paha	6,19	1,45	6,66	1,04
8	Seluruh tubuh	62,94	11,31	47,33	6,04

**Tabel 4. Proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh (%)**

No	Segmen Tubuh	Laki-laki		Wanita	
		Mean	S. D.	Mean	S. D.
1	Tangan	0,64	0,08	0,69	0,05
2	Lengan Bawah	1,62	0,24	1,59	0,15
3	Lengan Atas	2,54	0,26	2,82	0,34
4	Kaki	1,49	0,23	1,74	0,51
5	Betis	4,25	0,96	4,82	0,68
6	Paha	10,15	1,64	14,32	3,48

Dari data volume dan *density*, maka massa dari 6 segmen tubuh dapat dihitung seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Segmen tubuh paha memiliki massa yang terbesar sedangkan tangan mempunyai massa yang terkecil demikian juga proporsinya (Tabel 4). Jika dibandingkan proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh, untuk wanita lebih besar dari pada laki-laki. Hal ini menunjukkan secara tegas bahwa antara laki-laki dan wanita memiliki proporsi segmen tubuh yang berbeda. Secara umum makin besar volume dan berat tubuh maka massa segmen tubuh juga semakin meningkat. Dari hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4 maka massa segmen tubuh dapat diestimasi secara langsung berdasarkan berat tubuh.

#### 4. SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa massa segmen tubuh dapat diestimasi berdasarkan berat tubuh. Untuk laki-laki estimasi massa dari 6 segmen tubuh terhadap berat tubuh yaitu: tangan (0,64%), lengan bawah (1,62%), lengan atas (2,54%), kaki (1,49%), betis (4,25%), paha (10,15%) dan. untuk wanita massa segmen tubuh tangan (0,69%), lengan bawah (1,59%), lengan atas (2,82%), kaki (1,74%), betis (4,82%) dan paha (14,32%). Proporsi massa segmen tubuh terhadap berat tubuh, untuk wanita lebih besar dari pada laki-laki.

#### PUSTAKA

Bjornstrup, J., (1995), *Estimation of Human Body Segment Parameters-Historical Background.*, Internal Tech-Report.

- URL: <http://trc.ucdavis.edu/kwilliams/EXS227/reading/Body.Seg.History.pdf>, Diakses 24 September 2008
- Chaffin, D.B and Andersson, G.B., 1991, *Occupational Biomechanics*, 2<sup>nd</sup> ed. New York, John Wiley & Sons.
- Contini, R., 1972, Body Segment Parameters, Part II. *Artificial Limbs*, Vol. 16, No.1, pp.1-19. Spring
- Drillis, R., Contini, R., dan Bluestein, M., 1964, Body Segment Parameters : A Survey of Measurement Techniques, *Orthotics & Prosthetics Community Virtual Library Project*, Vol. 8 : 44 – 66  
URL: [http://www.oandplibrary.org/al/1964\\_01\\_044.asp](http://www.oandplibrary.org/al/1964_01_044.asp) Diakses 6 April 2009
- Lee, M.K., Le, N.s., Fang, A.C., Koh, M.T.H., 2008, Measurement of body segment parameters using dual energy X-ray absorptiometry and three-dimensional geometry: An application in gait analysis. *Journal of Biomechanics* ; 1-6
- Nakanishi, Y and Nethery, V., 1999, Anthropometric Comparison between Japanese and Caucasian American Male University Students, *Journal Applied Human Science*, 18(1) : 9-11
- Nurmianto, E., 1966, *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*, PT. Guna Widya, Jakarta
- Park, S.J., Kim, C.b., and Park, S.C., 1999, Anthropometric and Biomechanical Characteristics on Body Segments of Koreans, *Journal Applied Human Science*, 18(3) : 91-99
- Suprpto dan Komariah, A., 2013. *Antropometri dan Karakteristik Biomekanik Segmen Tubuh dari Wanita Etnik Jawa Indonesia*. URL: [http://lppmbantara.com/pros\\_013845.pdf](http://lppmbantara.com/pros_013845.pdf). Diakses tanggal 2 Januari 2014
- Winter, 1990. *Anthropometry, Chapter 3.*, [http://www.mae.ufl.edu/~fregly/eml5595/Winter\\_1990.pdf](http://www.mae.ufl.edu/~fregly/eml5595/Winter_1990.pdf). Diakses 31 Oktober 2008

## ANALISIS BEBAN KERJA DAN PENENTUAN JUMLAH KARYAWAN DI DEPARTEMEN PPIC PT. PHAPROS MENGGUNAKAN METODE FULL TIME EQUIVALENT

Diana Puspita Sari<sup>1</sup>, Arjuna Josua Sihombing<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: [dpsari.01@gmail.com](mailto:dpsari.01@gmail.com), [arjunasihombing17@gmail.com](mailto:arjunasihombing17@gmail.com)

### ABSTRAKS

Suatu perusahaan membutuhkan sumber daya manusia yang mampu bekerja dengan efektif dan efisien untuk mendorong tercapainya visi, misi dan tujuan perusahaan. Untuk menghasilkan sumber daya manusia yang bekerja dengan efektif dan efisien maka diperlukan pengelolaan sumber daya manusia yang tepat. Perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia dapat dilakukan melalui analisis beban kerja. Terdapat fenomena menarik pada perusahaan Phapros Tbk bahwa terjadi ketidaksesuaian antara beban kerja dengan jumlah pekerja yang mengakibatkan terjadi inefisiensi kerja. Selain itu, inefisiensi kerja tersebut mempengaruhi performansi kerja. Akibatnya sering terjadi pending order di lingkup produksi. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran beban kerja sebagai dasar perhitungan kebutuhan tenaga kerja yang optimal. Pada penelitian ini akan dibahas pengukuran beban kerja operator PT Phapros Tbk departemen produksi unit PPIC dengan metode Full Time Equivalent. (FTE). Berdasarkan perhitungan beban kerja ( workload ) maka didapatkan hasil bahwa beban kerja dan jumlah tenaga yang tidak sesuai dengan keadaan aktual, ada 7 jabatan antara lain yaitu Operator Timbang Bahan Baku, Administrasi Bahan Baku, Asisten apoteker bahan baku, Pelayanan bahan baku, Pelaksana kirim produk jad , Operator forklif dan Pelaksana Gudang Kemas. Berdasarkan hasil perhitungan, menunjukkan diperlukannya pengurangan jumlah tenaga kerja sebanyak 9 orang. Hal ini akan mengurangi budgeting yang dikeluarkan perusahaan untuk upah karyawan serta membuat sistem produksi lebih efektif dan efisien.

**Kata Kunci:** Full Time Equivalent; Kebutuhan Tenaga Kerja ; Workload

### 1. PENDAHULUAN

Efektivitas, efisiensi dan produktivitas sudah menjadi perhatian utama bagi perusahaan-perusahaan dalam menghadapi era globalisasi yang penuh persaingan ini. Hal ini dimaksudkan untuk dapat melihat penggunaan optimal terhadap sumber daya dan pencapaiannya terhadap target yang diinginkan oleh perusahaan. Oleh sebab itu, perusahaan memerlukan sumber daya yang terampil untuk dapat bekerja secara efektif dan efisien demi mewujudkan tujuan-tujuan perusahaan (Komarudin, 1996).

PT. Phapros Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di bidang farmasi, dimana perusahaan ini produksinya yaitu berupa obat-obatan. Obat yang di produksi oleh perusahaan terdapat banyak bentuk sediaan mulai dari injeksi, salep, sirup, tablet, tablet salut dan kapsul. Permasalahan PT. Phapros, Tbk yaitu jumlah karyawan atau penempatan karyawan untuk tiap job desk/jabatannya yang belum sesuai dengan jumlah ideal seharusnya, jumlah karyawan tidak sesuai dengan beban kerjanya. Masalah seperti ini bisa sangat berpengaruh pada proses yang akan di lakukan karena dapat menimbulkan berbagai hambatan dalam proses produksi ataupun manajerial perusahaan (Zimmermann, 2002<sup>a</sup>).

Beban kerja adalah sejumlah target pekerjaan atau target hasil yang harus dicapai dalam satu satuan waktu tertentu (Sugiono dan Palit, 2016). Terdapat beberapa kondisi dimana sebuah pekerjaan di katakan menjadi beban kerja yaitu, beban kerja normal, beban kerja berlebih, beban kerja yang terlalu rendah. Beban kerja normal adalah beban kerja dimana jumlah tenaga kerja dan pekerjaan yang dilakukan seimbang sehingga tidak mengalami kesulitan dalam pengerjaannya. Beban kerja yang berlebih dengan tidak ada kesesuaian jumlah tenaga kerja dapat mengakibatkan terjadinya inefisiensi kerja dan menyebabkan tenaga kerja mengalami kelelahan fisik serta psikologis yang berakibat pada menurunnya produktivitas karena kelelahan bekerja. Sedangkan beban pekerjaan yang terlalu rendah mengindikasikan bahwa jumlah pekerja yang dipekerjakan terlalu banyak sehingga membuat perusahaan harus mengalokasikan biaya berlebih untuk gaji tenaga kerja dengan tingkat produktivitas yang sama. Ketidakseimbangan beban antar setiap unit kerja akan mengakibatkan penurunan produktivitas kerja

diakibatkan rasa cemburu antar tenaga kerja atas beban kerja yang diterima. Beban kerja yang terlalu rendah juga menyebabkan inefisiensi biaya (Ajitia dan Prasetya, 2017).

Berdasarkan pengamatan di lapangan pada Departemen PPIC, dirasakan adanya beban kerja yang cukup tinggi pada beberapa unit kerja atau jabatan. Disisi lain ada pula unit kerja yang dikerjakan dengan beban kerja yang lebih sedikit. Ketidaksesuaian antara jumlah tenaga kerja dengan beban kerja yang dilakukan seringkali menyebabkan penumpukan pekerjaan dan kekosongan pekerjaan pada beberapa unit kerja. Hal ini yang mengakibatkan sering terjadi pending pada work order yang harus dikerjakan sehingga membuat produktivitas kerja menjadi menurun. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran beban kerja sebagai dasar perhitungan kebutuhan tenaga kerja yang optimal.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data primer dilakukan melalui interview sumber daya manusia langsung. Interview dilakukan dengan metode analitik observasional dengan pendekatan cross sectional dan time motion study yang bertujuan untuk melihat aktivitas atau kegiatan secara menyeluruh dari karyawan pada level administrator. Audit dilakukan untuk menganalisis beban kerja karyawan sebagai dasar perhitungan kebutuhan jumlah tenaga kerja guna memastikan dipenuhinya azas kesesuaian, efektivitas, dan efisiensi dalam pengelolaan sumber daya manusia. Pengamatan/observasi dilakukan pada setiap karyawan selama 8 jam kerja. Dalam satu hari dilakukan pengamatan/observasi terhadap 1 karyawan pada level administrator. Dan setiap karyawan dilakukan pengamatan/observasi sebanyak 1 kali. Selain dilakukan observasi/pengamatan langsung dilakukan juga wawancara secara mendalam untuk memastikan data yang telah diambil benar. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literatur seperti membaca buku, jurnal, situs-situs internet maupun data-data yang dimiliki perusahaan.

### 2.2 Pengolahan data

Tahap-tahap penyelesaian masalah dimulai dengan penetapan unit kerja beserta kategorinya, penentuan allowance, perhitungan beban kerja dan yang terakhir perhitungan tenaga kerja:

- a. Menetapkan unit kerja serta kategori tenaga kerja.  
Unit kerja yang diteliti adalah posisi kerja pada level administrator dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 35 karyawan.
- b. Penentuan *allowance*  
Pada tahap ini akan ditentukan *allowance* atau kelonggaran yang terdiri dari kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk menghilangkan rasa fatigue dan kelonggaran untuk hambatan-hambatan yang tidak terhindarkan (Rivai dan Sagala, 2006).  
Besarnya kelonggaran untuk tiap karyawan berbeda-beda dari satu jabatan ke jabatan lainnya karena tiap jabatan mempunyai karakteristik tersendiri. Oleh karena itu besarnya *allowance* yang akan digunakan dalam perhitungan beban kerja harus ditetapkan oleh perusahaan. *Allowance* yang umum digunakan adalah 10% (untuk bidang manufaktur) sampai dengan 20%-25% (untuk Departemen/Instansi Pemerintah) dari total jam kerjasehari (Sutalaksana, 2006)
- c. Perhitungan Beban Kerja  
Pada tahap ini dilakukan pengukuran beban kerja setiap karyawan dengan menggunakan metode *Full Time Equivalent* (FTE). Definisi lain FTE adalah jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melakukan semua proses dari suatu kegiatan pada periode waktu tertentu (Zimmerman, 2002<sup>b</sup>). Dewi dan Satrya (2012) mengungkapkan implikasi dari nilai FTE terbagi menjadi 3 jenis yaitu overload, normal, dan underload. Berdasarkan pedoman analisis beban kerja yang dikeluarkan oleh Badan Kepegawaian Negara pada tahun 2010, total nilai indeks FTE yang berada di atas nilai 1,28 dianggap overload, berada diantara nilai 1 sampai dengan 1,28 dianggap normal/fit sedangkan jika nilai indeks FTE berada diantara nilai 0 sampai dengan 0,99 dianggap underload atau beban kerjanya masih kurang. Untuk mendapatkan nilai FTE dari suatu proses kerja sesuai dengan persamaan (1).

$$FTE = \frac{\text{Jumlah jam kerja per tahun} + \text{Allowance}}{\text{Total jam kerja efektif dalam setahun}} \quad (1)$$

Hasil dari perhitungan beban kerja karyawan kemudian diverifikasi oleh pihak manajemen untuk melihat kelogisannya. Setelah dilakukan verifikasi maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan kebutuhan tenaga kerja (Deshpande and Webster, 1989).

- d. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja  
Pada tahap ini dihitung kebutuhan tenaga kerja yang optimal untuk posisi tertentu dengan pendekatan tugas pertugas jabatan yang diperoleh dari perhitungan jumlah waktu penyelesaian tugas selama satu tahun dibagi dengan jumlah jam kerja efektif selama satu tahun. Pendekatan ini merupakan hasil dari perhitungan FTE untuk mengukur beban kerja. FTE adalah menyederhanakan pengukuran beban kerja dengan cara mengubah jam beban kerja ke jumlah orang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu (Adawiyah & Sukmawati, 2013)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan beban kerja

Metode perhitungan beban kerja dengan FTE adalah metode dimana waktu yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai pekerjaan dibandingkan terhadap waktu kerja efektif yang tersedia. FTE bertujuan menyederhanakan pengukuran kerja dengan mengubah jam beban kerja ke jumlah orang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu (Adawiyah dan Sukmawati, 2013). Tahapan untuk mendapatkan nilai FTE dari suatu proses kerja adalah sebagai berikut.

- Penyusunan Lembar Pengamatan  
Lembar yang digunakan dalam penelitian ini disusun berdasarkan beberapa informasi yang ingin digali berdasarkan penelitian ini seperti daftar aktivitas, periode, frekuensi, durasi dan sebagainya.
- Jumlah Karyawan Pada Departemen PPIC  
Tabel 1 berikut ini menunjukkan jumlah karyawan yang ada di departemen PPIC PT. Phapros, Tbk yang ada dalam satu shift kerja. Pengamatan dilakukan pada jam kerja normal selama 8 jam.
- Allowance*/kelonggaran  
Setelah melakukan pengamatan pada kondisi dan metode kerja yang dilakukan pada tiap posisi/jabatan di Departemen PPIC PT Phapros,Tbk maka dapat ditentukan *allowance* tiap jabatan. Besarnya kelonggaran untuk tiap karyawan berbeda-beda dari satu jabatan ke jabatan lainnya karena tiap jabatan mempunyai karakteristik tersendiri. Hasilnya dapat dilihat pada contoh Tabel 2.
- Perhitungan nilai FTE  
Tabel 3 berikut ini adalah contoh data dari aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh operator setiap harinya dalam waktu satu tahun. Data yang diambil dalam pengamatan ini yaitu dengan metode interview dan observasi langsung ke operator yang bersangkutan berdasarkan jobdesk masing-masing jabatan.

**Tabel 1. Jumlah Karyawan Departemen PPIC**

No	Nama Jabatan	Jumlah Karyawan (Orang)
1	Supervisor TOTI	1
2	Administrator Junior TOTI	1
3	Supervisor LPP	1
4	Operator Timbang Bahan Baku	4
5	Administrasi Bahan Baku	2
6	Operator Forklift	1
7	Admin Gudang Bahan Kemasan	1
8	Pelaksana Barang Teknik	1
9	Pelaksana Barang Kemasan	1
10	Asisten Apoteker Bahan Baku	4
11	Pelayanan Bahan Baku	2
12	Officer PPP	2
13	Koordinator Pelayanan PP	1
14	Administrasi Pelayanan Pesanan	1
15	Sopir Gudang Produk Jadi	3
16	Koor Pengiriman Produk Jadi	3
17	Pelaksana Pengiriman Produk Jadi	3

18	Operator Forklift Pelayanan	1
19	Pelaksana Gudang Kemas	2

Tabel 2. Allowance Tiap Jabatan

No	Jabatan	Allowance (%)							Total (%)
		PN	BF	LC	AC	VS	AS	MS	
1	Supervisor TOTI	3	3	0	0	0	0	3	9
2	Administrator Junior TOTI	2	3	1	1	2	0	1	10
3	Supervisor LPP	3	3	0	0	0	0	3	9
4	Operator Timbang Bahan Baku	3	4	1	1	2	1	0	12
5	Administrasi Bahan Baku	2	3	1	1	2	0	1	10
6	Operator Forklift	3	4	1	1	2	1	0	12
7	Admin Gudang Kemas	2	3	1	1	2	0	1	10
8	Pelaksana Barang Teknik	3	4	0	0	0	0	3	10
9	Pelaksana Barang Kemas	3	4	0	0	0	0	3	10
10	Asisten Apoteker Bahan Baku	2	3	1	1	2	0	2	11
11	Pelayanan Bahan Baku	2	3	1	1	2	0	2	11
12	Officer PPP	2	3	1	1	2	0	2	11
13	Koordinator Pelayanan PP	3	3	0	0	0	0	3	9
14	Administrasi Pelayanan Pesanan	2	3	1	1	2	0	1	10
15	Sopir Gudang Produk Jadi	3	4	1	1	2	1	0	12
16	Koor Pengiriman Produk Jadi	3	3	0	0	0	0	3	9
17	Pelaksana Pengiriman Produk Jadi	3	4	0	0	0	0	3	10
18	Operator Forklift Pelayanan	3	4	1	1	2	1	0	12
19	Pelaksana Gudang Kemas	3	4	0	0	0	0	3	10

**Keterangan:**

PN : Personal Needs  
 BF : Basic Fatigue  
 LC : Light Condition  
 AC : Air Condition  
 VS : Visual Strain  
 AS : Aural Strain  
 MS : Mental Strain

Tabel 3 merupakan contoh perhitungan beban kerja karyawan menggunakan metode FTE (*Full Time Equivalent*)

Tabel 3. Aktivitas Admin Junior TOTI

No	Kegiatan	Periode	Kaitan dengan tugas			Frekuensi	Durasi (Menit)	Konversi	Beban Kerja (orang-menit)		
			Utama	Pendukung	Insidental				Utama	Pendukung	Insidental
1	mempersiapkan w.o	harian	V			1	60	240	14400	0	0

No	Kegiatan	Periode	Kaitan dengan tugas			Frekuensi	Durasi (Menit)	Konversi	Beban Kerja (orang-menit)		
			Utama	Pendukung	Insidental				Utama	Pendukung	Insidental
2	mempersiapkan cpb	harian	V			1	30	240	7200	0	0
3	cetak barcode	harian	V			1	60	240	14400	0	0
4	membuat entri p.o	harian	V			1	60	240	14400	0	0
5	melakukan pemotongan stok	mingguan	V			2	60	48	5760	0	0
6	receive w.o	mingguan	V			1	120	48	5760	0	0
7	q.o	mingguan	V			1	60	48	2880	0	0
8	entri s.o tol in	bulanan	V			1	60	12	720	0	0
9	membuat laporan akhir produksi tol in	bulanan	V			1	480	12	5760	0	0
10	entri p.o/bb/bk tol in	mingguan	V			2	30	48	2880	0	0
Beban kerja unit per hari									<b>74160</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Contoh perhitungan *Full Time Equivalent* (FTE)

$$\text{Allowance} = \text{Kelonggaran} \times \text{Jumlah Hari Setahun} \times \text{Jam Kerja Sehari (menit)}$$

$$= 10 \% \times 240 \times 480 = 11520$$

$$\text{Total Waktu Aktivitas} = 74160$$

$$\text{Total Waktu Tersedia} = \text{Jumlah Hari Setahun} \times \text{Jam Kerja Sehari (menit)}$$

$$= 240 \times 480 = 115200$$

Maka, dengan menggunakan persamaan (1), didapatkan hasil perhitungan FTE sebagai berikut.

$$\text{FTE} = \frac{74160 + 11520}{115200}$$

$$\text{FTE} = 0,74$$

Maka, nilai FTE untuk jabatan Administrasi Junior TOTI adalah sebesar 0,74 dimana ketika beban kerja ini di tarik menjadi persamaan kebutuhan tenaga kerja usulan dalam satu tahun yaitu 1 Orang untuk melakukan kegiatan pada posisi Admin Junior TOTI di setiap *shift*nya. Hasil perhitungan tiap jabatan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai FTE Tiap Jabatan

No	Jabatan	Skor Hitung
1	Supervisor Toll In Toll Out	1,00
2	Administrasi Junior TOTI	0,74
3	Supervisor LPP	1,21
4	Operator Timbang Bahan Baku	0,63
5	Administrasi Bahan Baku	0,64
6	Operator Forklift	1,00
7	Admin Gudang Bahan Kemasan	1,03
8	Pelaksana Barang Teknik	1,09
9	Pelaksana Barang Kemasan	1,19



No	Jabatan	Skor Hitung
10	Asisten Apoteker Bahan Baku	1,24
11	Pelayanan Bahan Baku	1,19
12	Officer Perencanaan dan Pengendalian Produksi	2,02
13	Koordinator Pelayanan Pesanan Pengiriman	1,24
14	Administrasi Pelayanan Pesanan Pengiriman	1,03
15	Sopir Gudang Produk Jadi	2,94
16	Koordinator Pengiriman Produk Jadi	2,92
17	Pelaksana Pengiriman Produk Jadi	1,73
18	Operator Forklift Pelayanan Produk Jadi	1,30
19	Pelaksana Gudang Kemas	1,00

### 3.2 Perbandingan jumlah karyawan awal dan karyawan yang diusulkan

Tabel 5 menunjukkan perbandingan antara jumlah karyawan awal yang ada pada masing-masing posisi di departemen PPIC dengan jumlah karyawan yang diusulkan dari hasil perhitungan FTE.

Tabel 5. Perbandingan Jumlah Karyawan Awal dengan Yang Diusulkan

No	Jabatan	Karyawan		
		Jumlah Existing	Hasil Workload Analysis	
			Skor Hitung	Pembulatan
1	Supervisor Toll In Toll Out	1	1,00	1
2	Administrasi Junior TOTI	1	0,74	1
3	Supervisor LPP	1	1,21	1
4	Operator Timbang Bahan Baku	4	0,63	1
5	Administrasi Bahan Baku	2	0,64	1
6	Operator Forklift	1	1,00	1
7	Admin Gudang Bahan Kemas	1	1,03	1
8	Pelaksana Barang Teknik	1	1,09	1
9	Pelaksana Barang Kemas	1	1,19	1
10	Asisten Apoteker Bahan Baku	4	1,24	1
11	Pelayanan Bahan Baku	2	1,19	1
12	Officer Perencanaan dan Pengendalian Produksi	2	2,02	2
13	Koordinator Pelayanan Pesanan Pengiriman	1	1,24	1
14	Administrasi Pelayanan Pesanan Pengiriman	1	1,03	1
15	Sopir Gudang Produk Jadi	3	2,94	3
16	Koordinator Pengiriman Produk Jadi	3	2,92	3
17	Pelaksana Pengiriman Produk Jadi	3	1,73	2
18	Operator Forklift Pelayanan Produk Jadi	1	1,30	2
19	Pelaksana Gudang Kemas	2	1,00	1

Dari hasil perhitungan analisis beban kerja dan penentuan jumlah karyawan ideal pada departemen PPIC PT Phapros, Tbk dapat ditemukan beberapa beban kerja yang cukup kecil pada beberapa unit kerja

yang dikerjakan oleh jumlah pekerja yang lebih banyak dan sebaliknya ada beban kerja yang cukup besar yang dikerjakan oleh jumlah pekerja yang lebih sedikit. Dengan hasil ini, maka perlu dilakukan penentuan pengurangan atau penambahan jumlah tenaga kerja. Berdasarkan data, total tenaga kerja yang ada sekarang berjumlah 35 orang dan total tenaga kerja yang diusulkan dengan hasil perhitungan FTE berjumlah 26 orang. Dengan ini maka perlu dilakukan pengurangan jumlah tenaga kerja sejumlah 9 orang.

Dalam hal ini, ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh oleh PT. Phapros, Tbk terutama dalam kaitan finansial. Dengan berkurangnya jumlah pekerja yang ada di departemen ini akan berdampak pada pengurangan jumlah anggaran finansial untuk upah/gaji karyawan. Pengurangan jumlah anggaran finansial ini dapat dialihkan ke sektor lain di perusahaan yang lebih membutuhkan. Selain itu, dengan kebijakan ini juga beban kerja yang didapat oleh tenaga kerja yang ada akan sesuai dengan kebutuhan beban kerja dari jabatan masing-masing. Sehingga dengan pengurangan jumlah karyawan akan lebih membuat sistem produksi lebih efektif dan efisien.

#### 1.2.1 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengenai penentuan jumlah karyawan di Departemen PPIC PT Phapros, Tbk, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya Total waktu aktivitas yang dilakukan oleh masing-masing karyawan PT. Phapros, Tbk Departemen PPIC selama 1 tahun yaitu sekitar kurang lebih 104.000 sampai dengan 320.000 menit. Selain itu juga terdapat kelebihan beban kerja di bagian jabatan Operator Forklift Pelayanan Produk Jadi sebesar 130%. Hal ini disebabkan jumlah tenaga kerja yang mengisi posisi itu lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang seharusnya Sementara itu, terdapat kekurangan beban kerja pada bagian jabatan Admin Bahan Baku sebesar 64%, Operator Timbang Bahan Baku 63%, Pelayanan Bahan Baku sebesar 119%, Asisten Apoteker Bahan Baku sebesar 124%, Pelaksana Pengiriman Produk Jadi sebesar 173% dan Pelaksana Gudang Kemas 100%. Hal ini disebabkan jumlah tenaga kerja yang mengisi posisi itu lebih banyak dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang seharusnya.

Kesimpulan terakhir adalah total jumlah karyawan awal yang dimiliki oleh PT Phapros, Tbk di Departemen PPIC adalah sebesar 35 orang karyawan. Sementara, dengan hasil perhitungan dengan menggunakan metode FTE maka didapatkan total kebutuhan karyawan yang dibutuhkan sebanyak 26 orang karyawan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengurangan karyawan sebesar 9 orang untuk membuat kinerja karyawan lebih efektif dan efisien. Dalam hal ini, ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh oleh PT. Phapros, Tbk terutama dalam kaitan finansial. Dengan berkurangnya jumlah pekerja yang ada di departemen ini akan berdampak pada pengurangan jumlah anggaran finansial untuk upah/gaji karyawan. Pengurangan jumlah anggaran finansial ini dapat dialihkan ke sektor lain di perusahaan yang lebih membutuhkan. Selain itu, dengan kebijakan ini juga beban kerja yang didapat oleh tenaga kerja yang ada akan sesuai dengan kebutuhan beban kerja dari jabatan masing-masing. Sehingga dengan pengurangan jumlah karyawan akan lebih membuat sistem produksi lebih efektif dan efisien.

#### 1.2.2 PUSTAKA

- Adawiyah, W dan Sukmawati, A. 2013. Analisis Beban Kerja Sumber Daya Manusia Dalam Aktivitas Produksi Komoditi Sayuran Selada (Studi Kasus : CV Spirit Wira Utama). *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, 4(2), hal. 128-143.
- Ajitia, M. G., dan Prasetya, A. 2017. Efektivitas Manpower Planning Dengan Menggunakan Metode Analisis Beban Kerja (Work Load Analysis) Berdasarkan Pendekatan Full Time Equivalent, *Jurnal Administrasi Bisnis*, 42(1), hal. 27-35
- Deshpande, R., & Webster, F. 1989. Organizational culture and marketing defining the research agenda. *Journal of Marketing*. 53, 3-15.
- Dewi, U. dan Satrya, A. 2012. *Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Berdasarkan Beban Kerja Karyawan pada PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang Bidang Sumber Daya Manusia dan Organisasi*. Depok : Jurusan Manajemen SDM Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Komarudin, A. 1996. *Dasar-dasar Manajemen Investasi*. Jakarta : Rineka. Cipta.
- Rivai, V dan Sagala, E.J., 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia untuk Perusahaan. Edisi Kedua*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Sugiono, H.S. dan Palit, H.C., 2016. Penentuan Kebutuhan Jumlah Tenaga Kerja Pada Departemen MPC: A Case Study, *Jurnal Titra*, 4(2), hal. 223- 228
- Sutalaksana, I. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung : ITB

- Zimmermann, B.J. 2002<sup>a</sup>. Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.
- Zimmermann, P.G., 2002<sup>b</sup>. Nursing Management Secrets. *Elsevier Health Sciences, Philadelphia*: Hanley & Belfus, Inc. Medical Publishers

## MINIMASI BIAYA PERSEDIAAN MENGGUNAKAN METODE *ECONOMIC ORDER QUANTITY* DI PT. INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK

Anita Mustikasari<sup>1</sup>, Mochamad Aziz Hermianto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50239

Telp. (024) 7460052

E-mail: [anita\\_mustikasari@yahoo.com](mailto:anita_mustikasari@yahoo.com)

### ABSTRAK

Bidang industri saat ini telah berkembang jauh dan tumbuh dengan pesat. Oleh karena itu, peningkatan persaingan antara perusahaan tentunya akan lebih meningkatkan kualitas manajemen agar dapat tetap bertahan. PT. Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri kantong semen. PT. IKSG merupakan anak perusahaan dari PT. Semen Indonesia Group. Setiap perusahaan dituntut untuk meningkatkan kualitas produknya sehingga perusahaan dapat terus menarik minat konsumen. Kualitas produk merupakan fokus utama di dalam perusahaan yang merupakan salah satu kebijakan penting meningkatkan daya saing produk. Di dalam melakukan produksi PT. Industri Kemasan Semen Gresik masih menggunakan cara konvensional dengan melihat jumlah persediaan yang ada dan permintaan yang akan datang dalam menentukan perencanaan produksi untuk menghindari ketidakpastian permintaan. Sehingga penelitian ini memberikan usulan penjadwalan pengadaan bahan baku dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity (EOQ)* dalam pengoptimalan biaya persediaan. Pada studi kasus ini berfokus pada kertas kraft dan woven laminasi. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa biaya persediaan yang dikeluarkan kondisi *EOQ* lebih murah dibandingkan dengan kondisi existing yaitu Rp 349.893.512. Sedangkan untuk jenis kertas woven biaya persediaan yang dikeluarkan kondisi existing lebih murah dibandingkan dengan kondisi *EOQ* dengan selisih Rp 78.362.768. Secara keseluruhan, total biaya kondisi existing lebih mahal dibanding kondisi *EOQ* dengan selisih sebesar Rp 1.327.444.744,00

**Kata Kunci:** *EOQ*; *MRP* ; *Persediaan*

### 6. PENDAHULUAN

Bidang industri saat ini telah berkembang jauh dan tumbuh dengan pesat. Oleh karena itu, perusahaan di bidang industri juga semakin banyak dan mulai muncul persaingan antar perusahaan. Peningkatan persaingan antara perusahaan tentunya akan lebih meningkatkan kualitas manajemen agar dapat tetap bertahan.

PT. Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri kantong semen. PT. IKSG merupakan anak perusahaan dari PT. Semen Indonesia Group. Perusahaan ini berdiri pada tahun 1992 yang didirikan oleh Bapak Ir. Anang Fuad Rivai. Perusahaan ini berawal dari pemenuhan kebutuhan kantong semen di Gresik, sebelumnya dilayani oleh unit kerja pabrik kantong yang merupakan unit kerja di lingkungan PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. Oleh karena adanya strategi untuk kembali pada bisnis inti yang hanya memproduksi semen, maka unit kerja yang memproduksi kantong dipisahkan menjadi unit usaha yang merupakan anak usaha dari PT. Semen Gresik Group. Namun pada tanggal 7 Januari 2013 semua pabrik semen BUMN dan anak cabang dialihkan ke Semen Indonesia Group

Semakin mudahnya konsumen dalam mendapatkan informasi tentang suatu produk, membuat konsumen lebih mudah memilih produk dengan kualitas yang terbaik untuk digunakan. Setiap perusahaan dituntut untuk meningkatkan kualitas produknya sehingga perusahaan dapat terus menarik minat konsumen. Kualitas produk merupakan fokus utama di dalam perusahaan yang merupakan salah satu kebijakan penting meningkatkan daya saing produk. Di dalam melakukan produksi PT. Industri Kemasan Semen Gresik menentukan perencanaan produksi untuk menghindari ke tidak pastian permintaan. Perusahaan melakukan pengadaan bahan baku yang disesuaikan dengan rencana penjualan. Perusahaan masih menggunakan cara konvensional dengan melihat jumlah persediaan yang ada dan permintaan demand yang akan datang, tetapi jumlah pengadaan bahan baku tersebut belum optimal dengan melihat kapasitas gudang yang digunakan dan biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus melakukan penjadwalan pengadaan bahan baku pada ukuran pemesanan/pengadaan *kertas kraft* dan

wolven laminasi berdasarkan kebutuhan dan kapasitas gudang dengan menggunakan metode Economic Order Quantity (EOQ) agar dapat meminimalisir biaya pengadaan bahan baku serta dapat mengoptimalkan biaya yang dikeluarkan.

## 7. METODE PENELITIAN

### 7.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Data primer yang didapat dari pengumpulan data langsung adalah rencana kebutuhan bahan kertas kraft dan woven yang digunakan oleh PT Kemasan Semen Gresik. Pada kertas kraft terdapat 10 jenis yang digunakan Kertas kraft HP 80 Gsm lebar 1010, Kertas kraft HP 80 Gsm lebar 960 cm, Kertas kraft HP 85 Gsm 1010, Kertas kraft HP 85 Gsm 1016, Kertas kraft non HP 75 Gsm 1010 mm, Kertas kraft non HP 65 Gsm 1010 mm, Kertas kraft SE 70 Gsm, Kertas kraft SE 80 Gsm, Kertas Kraft SE 85 Gsm. Penentuan kertas kraft dalam satuan kilogram dan berbentuk roll. Sedangkan untuk kertas woven hanya terdiri dari 2 jenis yaitu PP Woven dan PP Woven White Cement dengan penentuan harga pembelian kertas woven dalam satuan meter dan berbentuk roll. Pengumpulan data selanjutnya yaitu data safety stock yang setara dengan kebutuhan 1 bulan proses produksi, holding cost yang didasarkan pada tempat wilayah dan data inventori awal yang didasarkan pada Januari 2017 yang akan digunakan pada perencanaan penentuan bahan. Rencana kebutuhan bahan memberikan informasi mengenai kebutuhan bahan untuk diproduksi tiap bulannya.

#### a. Penentuan Safety Stock

PT Industri Kemasan Semen Gresik menetapkan tingkat safety stock untuk persediaan kertas kraft dan woven yaitu setara dengan kebutuhan 1 bulan proses produksi. Oleh karena itu, jumlah kertas kraft dan kertas woven yang ada di gudang persediaan harus dipertahankan minimal sebanyak kebutuhan untuk 1 bulan proses produksi. Berdasarkan data rencana kebutuhan Januari 2017, safety stock bahan baku kertas kraft dan woven yang diolah per hari rata-rata adalah sebagai berikut

- Kertas kraft HP 80 Gsm lebar 1010	= 14.094 kg
- Kertas kraft HP 80 Gsm lebar 960 cm	= 269.754 kg
- Kertas kraft HP 85 Gsm 1010	= 8.932 kg
- Kertas kraft HP 85 Gsm 1016	= 64.891 kg
- Kertas kraft non HP 75 Gsm 1010 mm	= 13.135 kg
- Kertas kraft non HP 65 Gsm 1010 mm	= 8.985 kg
- Kertas kraft SE 70 Gsm	= 138.121 kg
- Kertas kraft SE 80 Gsm	= 33.826 kg
- Kertas Kraft SE 85 Gsm	= 47.919 kg
- Kertas PP Woven	= 1.886.667 m
- Kertas PP Woven White Cement	= 36000 m

#### b. Penentuan Holding Cost

Gudang di PT Industri Kemasan Semen Gresik dibagi menjadi 2 wilayah yaitu untuk persediaan bahan baku kertas dan bahan baku penolong dengan proporsi 75% untuk tempat bahan baku dan 25% untuk bahan baku penolong. Luasan gudang secara keseluruhan 150 x 75 x 5 m, jadi untuk persediaan bahan baku luasannya sebesar 112,5 x 75 m dan 37,5 x 75 m untuk bahan baku penolong. Ukuran 1 roll untuk setiap jenis kertas berdiameter 45-50 inch / 1,13 – 1,27 m. 1 roll mempunyai panjang 650-731 m dan berbobot 65-70 kg

Kapasitas untuk penyimpanan kertas ialah

$$\frac{\text{Luas gudang}}{\text{luas roll}} \times 5 \text{ (maks tumpukan roll)} \quad (1)$$

Luas gudang : 112,5 x 75 m = 8437,5  
 Luas roll :  $\pi \times 0,67 \times 0,67 = 1,4108$   
 Kapasitas penyimpanan :

$$\frac{8437,5}{1,4108} \times 5 = 29.904 \text{ roll}$$

Untuk menghitung biaya penyimpanan, penulis menentukan beberapa asumsi yaitu:

Harga tanah : Rp 750.000 x 8437,5 = Rp 6.328.125.000  
 Harga Bangunan : Rp 650.000 x 8437,5 = Rp 5.484.375.000  
 Harga Jual Bangunan : Rp 11.812.500.000  
 Terkena pajak BPHTB dan pph bila harga jual bangunan lebih dari Rp 60.000.000  
 Pajak BPHTB dan pph : 10% x Rp 11.812.500.000 = 1.181.250.000  
 Biaya penyimpanan :  $\frac{\text{Biaya pajak gedung}}{\text{kapasitas penyimpanan}} = \frac{1181250000}{8437,54} = \text{Rp } 140.000/\text{m}^2$   
 Holding cost per bulan : Rp 11.666 /m<sup>2</sup>  
 Holding cost per hari : Rp 388,88 /m<sup>2</sup>  
 Biaya penyimpanan :

$$\frac{\text{Biaya pajak gedung}}{\text{kapasitas penyimpanan(Roll)}} = \frac{1181250000}{29904} = \text{Rp } 39.501/\text{roll}$$

Holding cost per bulan : Rp 3292 /roll  
 Holding cost per hari : Rp 110 /roll

**c. Data level inventori awal**

Data level inventori memberikan informasi mengenai inventori yang masih tersedia dari periode sebelumnya, data level inventori yang akan dilakukan adalah untuk bulan Januari 2017, maka data yang digunakan adalah level inventori pada 1 Januari 2017. Berikut adalah data dari inventori yang akan digunakan untuk perhitungan

**Tabel 1. Data Stok Awal**

DATA STOK AWAL ( 1 Januari 2017)		
	roll	
Kertas kraft HP 80 Gsm lebar 1010	776	27160 kg
Kertas kraft HP 80 Gsm lebar 960 cm	13488	499056 kg
Kertas kraft HP 85 Gsm 1010	470	16450 kg
Kertas kraft HP 85 Gsm 1016	3408	126096 kg
Kertas kraft non HP 75 Gsm 1010 mm	658	23688 kg
Kertas kraft non HP 65 Gsm 1010 mm	428	15408 kg
Kertas kraft SE 70 Gsm	7598	265930 kg
Kertas kraft SE 80 Gsm	1688	60768 kg
Kertas Kraft SE 85 Gsm	2511	92907 kg
Kertas PP WOVEN	2889	2047696 m
Kertas PP WOVEN White Cement	58	41085 m

Perhitungan stok awal disesuaikan dengan jumlah roll kertas yang tersedia di gudang pada waktu tersebut

**d. Rencana kebutuhan bahan**

Perencanaan produksi 1 tahun dibuat berdasarkan hasil dari optimalisasi jumlah material dan material yang akan diproduksi yang nanti akan di break down menjadi perencanaan produksi bulanan. Produksi bulanan tersebut akan menjadi perintah untuk bagian supply chain melakukan break down kembali untuk dijadikan rencana produksi harian. Data-data yang terdapat dalam perencanaan produksi bulanan mencakup total kertas yang harus diproses dan yang harus dihasilkan dalam satu bulan. Jumlah kertas yang diproses tiap hari merupakan hasil pembagian antara total kebutuhan kertas dalam sebulan dibagi dengan jumlah hari kerja dalam bulan tersebut.

**7.2 Pengolahan Data**

**a. Perhitungan MRP kertas kraft dan woven kondisi existing**

Perhitungan MRP untuk kondisi ideal ini dibuat berdasarkan rencana kebutuhan bahan untuk bulan Januari 2017 ketika seluruhnya berjalan sesuai rencana. MRP ini terdiri atas MRP untuk masing-masing jenis kertas kraft. Langkah perhitungan MRP dimulai dengan memasukkan jumlah *kertas kraft* yang dibutuhkan untuk satu bulan pengolahan pada *Gross Requirement*. Setelah memasukkan nilai *Gross Requirement*, langkah selanjutnya mengisi *Scheduled Receipts* sesuai dengan data yang terdapat pada rencana kebutuhan bahan. *Scheduled Receipts* ini merupakan sejumlah order yang pemesanannya dilakukan sebelum periode perencanaan. Setelah memasukkan nilai *Scheduled Receipts*, langkah selanjutnya adalah menghitung *Projected On Hand* (POH) yang menunjukkan jumlah persediaan yang dimiliki. Sesuai dengan stok awal yang terdapat di level inventory awal (Hidayanto, 2007; Wiwi, 2014). Sesuai dengan Untuk periode selanjutnya nilai POH ini dihitung berdasarkan rumus :

$$[POH]_{(saat\ t)} = [POH]_{(saat\ t - 1)} + [Scheduled\ Receipts]_{(saat\ t)} + [Planned\ Order\ Receipts]_{(saat\ t)} - [Gross\ Requirement]_{(saat\ t)} \quad (2)$$

Setelah POH terdapat ketahanan Stok dan Status. Ketahanan stok menunjukkan berapa lama stok yang dimiliki pada suatu periode atau POH bertahan jika untuk pengolahan. Singkatnya, ketahanan stok ini menunjukkan nilai POH apabila dikonversi ke dalam satuan hari pengolahan. Oleh karena itu, rumus untuk menghitung ketahanan stok ini adalah:

$$Ketahanan\ Stok_{saat\ t} = \frac{POH_{saat\ t}}{Kebutuhan\ untuk\ 1\ hari\ pengolahan} \quad (3)$$

Sedangkan, status menunjukkan apakah ketahanan tersebut kurang dari *safety stock* atau tidak. Karena *safety stock* yang ditetapkan perusahaan adalah 1 bulan, maka ketentuan untuk menentukan status ini adalah:

1. Apabila Ketahanan Stok pada saat  $\geq 1$  maka statusnya "OK"
2. Apabila Ketahanan Stok pada saat  $< 1$  maka statusnya "X"

Selanjutnya adalah menentukan nilai *Net Requirement* yang merupakan kebutuhan bersih pada setiap periode. Nilai *Net Requirement* yang merupakan kebutuhan bersih pada setiap periode. Nilai *Net Requirement* ini ditentukan dengan ketentuan dan rumus sebagai berikut:

1. Apabila:

$$POH_{saat\ t-1} + Scheduled\ Receipts_{saat\ t} - (Gross\ Requirement_{saat\ t} + safety\ stock) \geq 0, \quad (4)$$

Maka nilai *Net Requirement* pada saat t adalah 0.

2. Apabila:

$$POH_{saat\ t-1} + Scheduled\ Receipts_{saat\ t} - (Gross\ Requirement_{saat\ t} + safety\ stock) < 0, \quad (5)$$

Maka rumus menghitung *Net Requirement* pada saat t adalah:

$$Net\ Requirement_{saat\ t} = |POH_{saat\ t-1} + Scheduled\ Receipts_{saat\ t} - (Gross\ Requirement_{saat\ t} + safety\ stock)| \quad (6)$$

Setelah menentukan *Net Requirement* sehingga telah diketahui kebutuhan bersih yang harus disediakan, langkah selanjutnya adalah menentukan *Planned Order Receipts* dan *Planned Order Release*. *Planned Order Receipts* merupakan estimasi waktu dimana order harus dipesan akan sampai. Sedangkan, *Planned Order Release* merupakan estimasi waktu dimana order harus dipesan agar dapat sampai sesuai dengan *Planned Order Receipts*. Dari definisi tersebut dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Planned\ Order\ Release = Planned\ Order\ Receipts - Lead\ Time \quad (7)$$

**b. Perhitungan MRP kertas kraft dan woven menggunakan teknik EOQ**

Dalam teknik ini, besarnya ukuran lot adalah tetap. Namun perhitungannya sudah mencakup biaya-biaya pesan serta biaya-biaya simpan. Perumusan yang akan dipakai dalam teknik ini adalah sebagai berikut (Indroprasto & Suryani, 2012; Nurhasanah, 2005) :

$$EOQ = \sqrt{(2SD/H)} \quad (8)$$

Keterangan :

- S = Biaya Pesan  
D = Rata rata demand (unit/periode)  
H = Biaya Simpan

## 8. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Perhitungan MRP kertas kraft dan woven kondisi *existing*

Rencana pengadaan pada metode MRP *existing* dibuat berdasarkan kebutuhan bahan baku tahun 2017, maka akan dihasilkan rencana pengadaan sebagai berikut:

**Tabel 2. Hasil Rencana Pengadaan kertas kraft HP Metode Existing**

Waktu Pesan	Waktu Sampai	kraft HP 80 (1010)	Kraft HP 80 (960)	Kraft Hp 85 (1010)	Kraft HP 85 (1016)	Kraft non HP 75 (1010)	Kraft non HP 65 (1010)	Total kraft	Lead time	Biaya Pesan (Rp)
Januari	April		809.262	26.796	194.673	39.405	26.955	1.097.091	3	3.291.273.000,00
Februari	Mei	42.282						42.282	3	126.846.000,00
April	Juli		809.262	26.796	194.673	39.405	26.955	1.097.091	3	3.291.273.000,00
Mei	Agustus	42.282						42.282	3	126.846.000,00
Juli	Oktober		809.262	26.796	194.673	39.405	26.955	1.097.091	3	3.291.273.000,00
Agustus	November	42.282						42.282	3	126.846.000,00
Total		126.846	2.427.786	80.388	584.019	118.215	80.865	3.418.119	18	10.254.357.000,00

**Tabel 3. Hasil Rencana Pengadaan kertas kraft SE Metode Existing**

Waktu Pesan	Waktu Sampai	Kraft SE 70	Kraft SE 80	Kraft SE 85	Total kraft	Lead time	Biaya Pesan
Januari	Mei	552484	135304	191676	879464	4	Rp 2.198.660.000
Mei	September	552484	135304	191676	879464	4	Rp 2.198.660.000
Total		1104968	270608	383352	1758928	8	Rp 4.397.320.000

**Tabel 4. Hasil Rencana Pengadaan kertas woven Metode Existing**

Waktu Pesan	Waktu Sampai	PP Woven White Cement	PP Woven	Total kraft	Lead time	Biaya Pesan
Januari	Februari	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Februari	Maret	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Maret	April	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
April	Mei	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Mei	Juni	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Juni	Juli	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Juli	Agustus	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Agustus	September	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
September	Oktober	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Oktober	November	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
November	Desember	36000	188.667	224.667	1	Rp 224.667.000,00
Total		396000	1.350.989	21149337	11	Rp 21.149.337.000,00

### Perhitungan Biaya Persediaan:

Biaya Persediaan ini dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Biaya Persediaan} = \text{Biaya Pesan} + \text{Biaya Simpan}$$

$$\text{Biaya Pesan} = \sum_{i=1}^n (\text{lead time}_{\text{pengadaan ke-}i} \times \text{biaya simpen}_{\text{pengadaan ke-}i})$$

(9)

$$\text{Biaya Simpan} = \sum_{i=1}^{12} (POH_i \times 3292) \quad (10)$$



Berikut ini adalah hasil perhitungan biaya persediaan yang diperoleh apabila rumus di atas diaplikasikan:

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Biaya Persediaan Metode Existing**

Biaya Simpan	Kertas kraft HP	Rp 619.116.564
	Kertas kraft SE	Rp 419.552.232
	Kertas woven	Rp 117.313.712
Biaya Pesan		Rp 35.801.014.000
Total		Rp 36.956.996.508

**b. Perhitungan MRP kertas kraft dan woven menggunakan teknik EOQ**

Rencana pengadaan pada metode MRP EOQ dibuat berdasarkan perhtingan MRP metode EOQ, maka akan dihasilkan rencana pengadaan sebagai berikut:

**Tabel 6. Hasil Rencana Pengadaan kertas kraft HP Metode EOQ**

Waktu Pesan	Waktu Sampai	kraft HP 80 (1010)	Kraft HP 80 (960)	Kraft Hp 85 (1010)	Kraft HP 85 (1016)	Kraft non HP 75 (1010)	Kraft non HP 65 (1010)	Total kraft	Lead time	Biaya Pesan (Rp)
Januari	April		319305	19368	104406	23487	19425	485.991	1	1.457.973.000,00
Februari	Mei	24329			0	0	0	24.329	1	72.987.000,00
Maret	Juni	24329	319305	19368	104406	23487	19.425	510.320	1	1.530.960.000,00
April	Juli		319305		0	0	0	319.305	1	957.915.000,00
Mei	Agustus	24329	319305		104406	23487	0	471.527	1	1.414.581.000,00
Juni	September		319305	19368	104406	0	19.425	462.504	1	1.387.512.000,00
Juli	Oktober	24329	319305		0	23487	0	367.121	1	1.101.363.000,00
Agustus	November	24329		19368	104406	0	19.425	167.528	1	502.584.000,00
September	Desember		319305		104406	23487		447.198	1	1.341.594.000,00
Total		121645	2235135	77472	626436	117435	77700	3255823	9	9.767.469.000,00

**c.**

**Tabel 7. Hasil Rencana Pengadaan kertas kraft SE Metode EOQ**

Waktu Pesan	Waktu Sampai	Kraft SE 70	Kraft SE 80	Kraft SE 85	Total kraft	Lead time	Biaya Pesan
Januari	April	0	0	81902	81902	4	Rp 204.755.000
Februari	Mei	139050	34406	0	173456	4	Rp 433.640.000
Maret	Juni	139050	34406	81902	255358	4	Rp 638.395.000
April	Juli	139050	34406	0	173456	4	Rp 433.640.000
Mei	Agustus	139050	34406	81902	255358	4	Rp 638.395.000
Juni	September	139050	34406	0	173456	4	Rp 433.640.000
Juli	Oktober	139050	34406	81902	255358	4	Rp 638.395.000
Agustus	November	139050	34406	81902	255358	4	Rp 638.395.000
Total		973350	240842	409510	1623702	32	Rp 4.059.255.000

**Tabel 8. Hasil Rencana Pengadaan kertas woven Metode EOQ**

Waktu Pesan	Waktu Sampai	PP Woven White Cement	PP Woven	Total kraft	Lead time	Biaya Pesan
Januari	Februari	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
Februari	Maret	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
Maret	April	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
April	Mei	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
Mei	Juni		2.176.044	2.176.044	1	Rp 2.176.044.000,00
Juni	Juli	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
Juli	Agustus	43.382	0	43.382	1	Rp 43.382.000,00
Agustus	September	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
September	Oktober	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
Oktober	November	43.382	2.176.044	2.219.426	1	Rp 2.219.426.000,00
Total		390.438	1.350.989	19974834	10	Rp 19.974.834.000,00

### Perhitungan Biaya Persediaan:

Biaya Persediaan ini dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Biaya Persediaan} = \text{Biaya Pesan} + \text{Biaya Simpan}$$

$$\text{Biaya Pesan} = \sum_{i=1}^n (\text{lead time}_{\text{pengadaan ke-}i} \times \text{biaya simpen}_{\text{pengadaan ke-}i}) \quad (11)$$

$$\text{Biaya Simpan} = \sum_{i=1}^{12} (\text{POH}_i \times 3292) \quad (12)$$

Berikut ini adalah hasil perhitungan biaya persediaan yang diperoleh apabila rumus di atas diaplikasikan:

**Tabel 9. Hasil Perhitungan Biaya Persediaan Metode EOQ**

Biaya Simpan	Kertas kraft HP	Rp 396.992.156
	Kertas kraft SE	Rp 291.783.128
	Kertas woven	Rp 195.676.480
Biaya Pesan		Rp 34.745.100.000
Biaya Persediaan		Rp 35.629.551.764

## 4. KESIMPULAN

Pengendalian inventori bahan baku (kertas kraft dan woven) bagi perusahaan PT Industri Kemasan Semen Gresik, merupakan hal yang sangat penting karena sangat mempengaruhi kelangsungan pengolahan yang dilakukan. Apabila jumlahnya terlalu besar maka akan membebani perusahaan melalui tingginya biaya persediaan tanpa memberikan value apapun. Apabila jumlahnya terlalu kecil (di bawah tingkat *safety stock*) maka akan membuat proses pengolahan menjadi terhambat ketika terdapat kesulitan mencari sumber bahan baku (kertas kraft dan woven) sebagai bahan baku. Oleh karena itu, agar proses pengolahan dapat berjalan secara kontinu, dibutuhkan suatu metode perencanaan pengadaan bahan baku yang mampu memperkirakan kapan dibutuhkan pengadaan bahan baku untuk mengganti persediaan yang telah digunakan untuk mempertahankan persediaan sesuai kebijakan *safety stock* yang telah ditetapkan dengan baik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengendalikan inventori tersebut adalah *Material Requirement Planning* atau MRP. Melalui metode ini dapat dibuat perencanaan pengadaan bahan baku secara rinci, jelas, dan cepat. Di samping itu, metode ini juga sederhana sehingga mudah untuk dimengerti dan diimplementasikan.

Pencarian solusi untuk perencanaan pengadaan bahan baku (kertas kraft dan kertas woven) agar proses pengolahan yang telah direncanakan berjalan secara optimal telah dilakukan menggunakan metode MRP pada sub bab pengolahan data dengan menggunakan metode lot sizing *Economic Order Quantity* (EOQ). Berdasarkan perhitungan secara teoritis dengan kriteria performansi biaya persediaan, semua metode *lot sizing* tersebut kecuali jenis kertas woven menghasilkan output yang lebih baik ketimbang kondisi existing-nya. Untuk jenis kertas kraft HP dan SE biaya persediaan yang dikeluarkan kondisi EOQ lebih murah dibandingkan dengan kondisi existing yaitu selisih Rp 349.893.512. Sedangkan untuk jenis

kertas woven biaya persediaan yang dikeluarkan kondisi existing lebih murah dibandingkan dengan kondisi EOQ dengan selisih Rp 78.362.768. Selisih biaya pesan antara kondisi existing dan EOQ ialah Rp 1.055.914. Untuk biaya pesan kondisi EOQ lebih baik dibandingkan kondisi existing perusahaan. Secara keseluruhan, total biaya kondisi existing lebih mahal dibanding kondisi EOQ dengan selisih sebesar Rp 1.327.444.744

Dari hasil pengolahan data diperoleh bahwa metode *lot sizing* yang dapat meminimalkan inventori dan membuat biaya persediaan menjadi minimum adalah metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Melalui implementasi teknik *lot sizing* ini pada perencanaan pengadaan bahan baku (*kertas kraft dan kertas woven*) untuk bulan Januari hingga Desember 2017, diperoleh hasil ukuran pemesanan yang menyesuaikan kebutuhan bersih per bulan nya. Hal ini membuat kapasitas gudang yang dibutuhkan menjadi optimum, order sampai saat akan digunakan, dan kuantitasnya sesuai kebutuhan sehingga dapat meminimalkan biaya persediaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hidayanto, T. (2007). Analisis Perbandingan Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Pendekatan Model EOQ dan JIT/EOQ. *Jurnal Teknologi Industri Vol. XI No. 4, Oktober 2007: 315, 322*.
- Indroprasto, I., & Suryani, E. (2012). Analisis Pengendalian Persediaan Produk Dengan Metode EOQ Menggunakan Algoritma Genetika untuk Mengefisiensikan Biaya Persediaan. *Jurnal Teknik ITS, 1*(1), A305-A309.
- Nurhasanah, N. (2005). Perencanaan Pengendalian Produksi dan Persediaan Industri Pasta PT “XYZ”. *Industrial and Systems Engineering Assessment Journal (INASEA), 6*(2).
- Wiwi, U. (2014). Penerapan Material Requirements Planning (MRP) dalam Perencanaan Persediaan Bahan Baku Produk Botol DK 8211 B di PT. Rexam Packaging Indonesia. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan, 3*(01)

## INTEGRASI SERVQUAL DAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PELAYANAN

Anastasia Adriani Putri<sup>1</sup>, Vivi Triyanti<sup>2</sup>, Marsellinus Bachtiar Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Unika Atma Jaya

Jl. Jendral Sudirman Kav. 51

Telp. (021) 5708826

E-mail: marsellinus.bachtiar@atmajaya.ac.id

### ABSTRAK

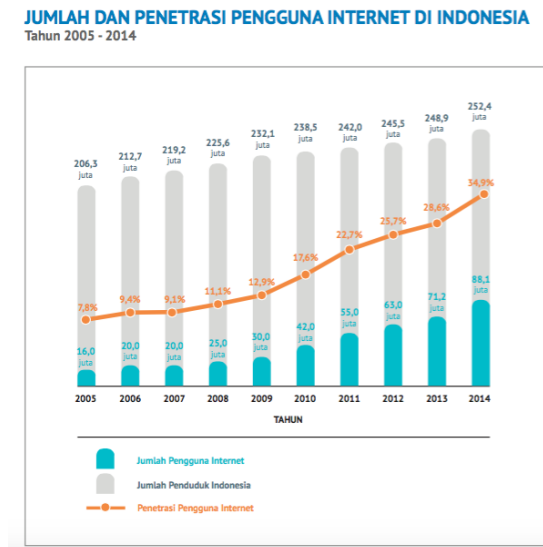
Taksi X merupakan salah satu pelopor perusahaan taksi sekaligus merupakan penguasa pangsa pasar terbesar dalam industri taksi hingga tahun 2015. Namun kemunculan taksi online menjadi saingan bagi taksi konvensional seperti Taksi X. Agar dapat tetap mempertahankan pasar, Taksi X dituntut untuk meningkatkan kualitas pelayanannya. Penelitian ini mengintegrasikan SERVQUAL, Importance Performance Analysis, dan Quality Function Deployment (QFD). SERVQUAL merupakan instrumen untuk menilai persepsi dan ekspektasi pelanggan terhadap kualitas pelayanan. Untuk dapat mengidentifikasi atribut pelayanan yang harus diprioritaskan untuk dikembangkan, atribut-atribut SERVQUAL dipetakan dalam Importance Performance Analysis. Kemudian, hasil pemetaan dimasukkan dalam Quality Function Deployment (QFD), yaitu metode untuk perencanaan dan pengembangan jasa secara terstruktur. Dari hasil penelitian, terdapat lima atribut pelayanan utama yang perlu untuk ditingkatkan, antara lain atribut yang berhubungan dengan bukti fisik, keandalan, kepastian, dan empati. Untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan, perusahaan sebaiknya menjaga dan meningkatkan kompetensi sopir, memaksimalkan penggunaan aplikasi pemesanan taksi, mempertahankan manajemen waktu yang baik, menggunakan fitur GPS untuk para pengemudi, rutin dalam merawat armada, sigap dalam melayani pengaduan penumpang mengenai barang yang tertinggal dalam taksi, dan menyediakan standar kebersihan taksi serta SOP untuk mengembalikan barang yang tertinggal.

**Kata Kunci:** Kualitas Pelayanan ; SERVQUAL ; Importance Performance Analysis; Quality Function Deployment

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu pelopor perusahaan taksi di Indonesia adalah Taksi X, yang didirikan pada tahun 1972. Hingga tahun 2015, Taksi X merupakan penguasa pangsa pasar terbesar dalam industri taksi, yaitu sebesar 43% market share (Indonesia Investments, 2015). Namun, baru-baru ini muncul kompetitor baru dalam industri taksi, yaitu taksi *online* atau taksi berplat hitam. Taksi *online* ini dapat dipesan melalui aplikasi yang dapat diunduh pada ponsel pintar dengan sistem operasi Android atau iOS. Di Indonesia sendiri, terdapat tiga perusahaan taksi Online, antara lain Taksi Online A, Taksi Online B, dan Taksi Online C. Ketiga taksi *online* memberikan tarif yang lebih murah dibandingkan taksi reguler dari segi tarif per kilometer dan tarif minimum.

Maraknya transportasi berbasis aplikasi tidak terlepas dari jumlah pengguna internet yang semakin meningkat. Adapun jumlah pengguna internet di Indonesia juga selalu mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya, yaitu mencapai 88.1 juta jiwa pada tahun 2014. Pengguna internet juga sebagian besar menggunakan telepon seluler atau handphone untuk mengakses internet, yaitu sebesar 85%. Diprediksi pada akhir 2015, 43% penduduk dunia mengakses internet secara reguler menggunakan desktop/laptop atau mobile device. Sampai akhir 2019, 50% populasi adalah pengguna internet reguler (Liu, 2015)



**Gambar 1. Jumlah pengguna internet Indonesia tahun 2010-2014**

Sumber: [www.apjii.or.id](http://www.apjii.or.id), 2014

Tidak hanya internet, pertumbuhan jumlah pengguna ponsel juga turut berperan dalam tumbuhnya transportasi berbasis *online*. Pada tahun 2014, jumlah pengguna telepon genggam di Indonesia mencapai angka 124.3 juta jiwa, dan jumlah pengguna ponsel pintar atau *smartphone* di Indonesia mencapai 44.7 juta jiwa (eMarketer, 2015). Berdasarkan riset Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia Pengguna internet di Indonesia mayoritas berada di Indonesia bagian Barat, pulau Jawa (terutama di kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya), Bali dan Sumatera Penetrasinya mencapai 36.9% dari total penduduk di pulau Jawa

Dengan pertumbuhan pengguna internet dan ponsel pintar yang sangat pesat, tidak heran apabila tren bergeser menjadi era digital. Selain tarif, terdapat beberapa perbedaan hukum pada taksi reguler dan taksi *online*, yang cenderung merugikan taksi reguler. Namun, pada bulan April 2016, Kementerian Perhubungan telah mengeluarkan peraturan untuk taksi *online*, sehingga kini taksi *online* mendapatkan perlakuan yang adil dengan taksi reguler. Dengan berlakunya peraturan yang adil, taksi reguler memiliki peluang lebih besar untuk mendapatkan kembali penumpangnya. Untuk dapat memenangkan kembali pasar dalam industri taksi, Taksi X harus meningkatkan kualitas pelayanannya. Sebab dalam pasar yang kompetitif dengan keinginan pelanggan yang terus berubah, sebuah perusahaan harus memberikan kualitas pelayanan yang baik untuk menambah profitnya (Zhu et al, 2010). Karena itu, mengukur dan mengevaluasi kualitas pelayanan sangat penting bagi suatu perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi besar kepuasan penumpang Taksi X dengan melakukan perhitungan nilai *gap*, mengidentifikasi atribut-pelayanan yang harus dikembangkan oleh Taksi X untuk meningkatkan kualitas pelayanan, serta menentukan tindakan-tindakan yang harus dilakukan oleh Taksi X untuk meningkatkan kualitas pelayanannya.

## 2. STUDI LITERATUR

### a. Servqual

Servqual merupakan suatu instrumen untuk menilai ekspektasi pelanggan mengenai kualitas suatu jasa. Servqual dapat membantu perusahaan dalam menemukan hal-hal yang masih butuh perhatian dan tindakan untuk meningkatkan kualitas pelayanan (Parasuraman *et al*, 1988).

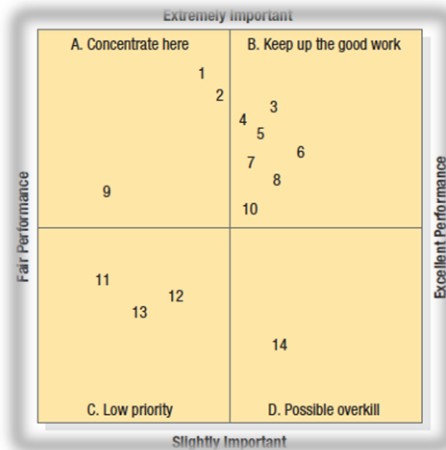
Pelanggan pada umumnya menggunakan kriteria yang sama dalam mengevaluasi kualitas pelayanan. Kriteria ini disebut juga sebagai penentu kualitas pelayanan (Parasuraman *et al*, 1985). Kriteria ini disebut juga sebagai dimensi kualitas jasa/dimensi dalam Servqual. Dimensi tersebut antara lain: (Rangkuti, 2008) (1) *Tangibles* (Bukti Langsung): Penampilan fasilitas, karyawan, dan perlengkapan perusahaan, serta sarana komunikasi, (2) *Reliability* (Keandalan): Kemampuan untuk melakukan pelayanan sesuai yang dijanjikan dengan segera, akurat, dan memuaskan, (3) *Reponsiveness* (Ketanggapan): Kemampuan untuk menolong pelanggan dan ketersediaan untuk melayani pelanggan

dengan baik, (4) *Assurance* (Jaminan): Pengetahuan, kesopanan karyawan, serta sifat dapat dipercaya sehingga pelanggan terbebas dari resiko, (5) *Empathy* (Empati): Rasa peduli untuk memberikan perhatian secara individual kepada pelanggan, memahami kebutuhan pelanggan, serta kemudahan untuk dihubungi.

Lima dimensi di atas merupakan kualitas pelayanan sebagai salah satu faktor yang menentukan kepuasan pelanggan. Bila pelayanan yang didapatkan oleh pelanggan tidak sesuai dengan pelayanan yang diharapkan, artinya terjadi suatu kesenjangan (*gap*). Kesenjangan ini merupakan rintangan utama bagi setiap perusahaan dalam upaya untuk memberikan pelayanan yang dianggap berkualitas tinggi di mata pelanggan. Terdapat beberapa jenis kesenjangan. Kesenjangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *gap 5*, yaitu kesenjangan antara pelayanan yang diharapkan oleh pelanggan dengan pelayanan yang dirasakan oleh pelanggan. Kesenjangan ini terjadi apabila pelanggan mempersepsikan pelayanan yang diterimanya lebih tinggi daripada pelayanan yang diharapkan atau lebih rendah dari pelayanan yang standar, sehingga dapat menyebabkan pelanggan merasa sangat puas atau sangat kecewa. Ekspektasi pelanggan itu sendiri dipengaruhi oleh kebutuhan personal, rekomendasi dari mulut ke mulut, serta pengalaman pelayanan di masa lalu (Parasuraman *et al*, 1985; Rangkuti, 2008).

#### b. Importance Performance Analysis

Menurut Kotler & Keller (2012), *Importance Performance Analysis* (IPA) merupakan teknik untuk menganalisis elemen servis dan mengidentifikasi hal yang harus dilakukan. Sedangkan Martilla dan Jams (dalam Nugraha, 2014) menyarankan penggunaan metode *Importance Performance Analysis* dalam mengukur tingkat kepuasan pelayanan jasa. Nilai rata-rata dari tingkat kepentingan dan *performance* kemudian dipetakan dalam *Importance Performance Matrix* atau diagram Kartesius (gambar 2.)



**Gambar 2. Importance performance matrix**  
Sumber: Kotler & Keller, 2012

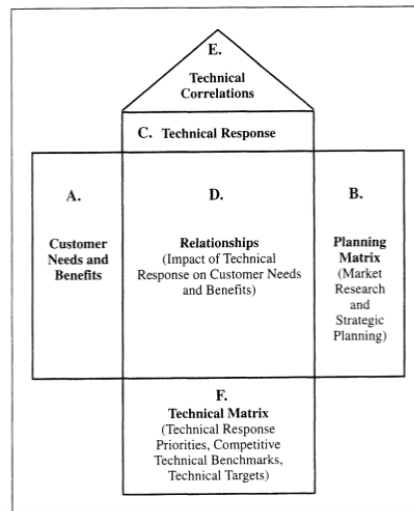
Terdapat beberapa bagian dalam kuadran *Importance Performance Matrix*, antara lain (1) Kuadran A (*Concentrate Here*), menunjukkan elemen pelayanan yang penting yang kinerjanya belum sesuai seperti level yang diinginkan. Elemen-elemen yang masuk kuadran ini perlu ditingkatkan kinerjanya, (2) Kuadran B (*Keep Up the Good Work*), menunjukkan elemen servis yang dianggap penting oleh pelanggan, dan kinerjanya sudah baik sehingga tingkat kepuasannya lebih tinggi. Elemen-elemen dalam kuadran ini perlu dipertahankan oleh perusahaan, (3) Kuadran C (*Low Priority*), menunjukkan elemen jasa yang kurang penting, dan juga kinerjanya kurang baik. Namun, elemen-elemen ini tidak butuh perhatian khusus karena pengaruhnya kurang penting untuk pelanggan, (4) Kuadran D (*Possible Overkill*), menunjukkan elemen pelayanan yang dianggap kurang penting oleh pelanggan, namun kinerjanya sudah bagus. Variabel-variabel yang termasuk dalam kuadran ini dapat dikurangi agar perusahaan dapat menghemat biaya. (Kotler & Keller, 2012).

Dengan data yang diperoleh dari SERVQUAL, maka pemetaan pada diagram Kartesius dilakukan dengan memetakan nilai rata-rata kepuasan dan kepentingan pelanggan untuk setiap atribut. Titik perpotongan yang dipakai adalah rata-rata persepsi dan harapan pelanggan untuk seluruh atribut. Dengan pemetaan ini, dapat diketahui atribut-atribut apa saja yang memiliki prioritas untuk dikembangkan. (Harijono & Soepangkat, 2011).

### c. Quality Function Deployment (QFD)

Cohen (1995) mendefinisikan *Quality Function Deployment* (QFD) sebagai suatu metode untuk perencanaan dan pengembangan produk secara terstruktur yang memungkinkan untuk menentukan keinginan dan kebutuhan pelanggan, lalu mengevaluasi kemampuan produk atau jasa secara sistematis untuk memenuhi kebutuhan tersebut. QFD adalah teknik manajemen mutu dan pengembangan produk yang berorientasi pada pelanggan. QFD pada awalnya hanya digunakan untuk perancangan produk, namun secara bertahap QFD juga mulai digunakan pada sektor jasa untuk merancang dan mengembangkan kualitas pelayanan.

QFD meliputi pembuatan satu atau beberapa matriks. Matriks pertama dinamakan *House of Quality*, yang memiliki bentuk seperti rumah beratap. Matriks ini terdiri dari beberapa bagian yang digabungkan menjadi satu (gambar 3).



Gambar 3. Matriks *House of Quality*

Sumber: Cohen, 1995

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Cara pengambilan sampel untuk penelitian ini adalah *purposive sampling* atau sering disebut juga *judgmental sampling*. Penarikan sampel berdasarkan pertimbangan merupakan bentuk penarikan sampel non probabilitas yang didasarkan kriteria-kriteria tertentu. Penarikan sampel ini dipilih karena anggota sampel dipilih berdasarkan kriteria tertentu (Sudaryono, 2014). Pada penelitian ini, kriteria untuk anggota sampel adalah responden yang tinggal di Jakarta, dan telah menggunakan jasa Taksi X serta Taksi *Online* (A, dan/atau B, dan/atau C) minimal satu kali dalam tiga bulan terakhir.

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Namun, sebelumnya dibuat kuesioner pendahuluan untuk mengetahui proporsi responden yang menggunakan jasa Taksi X minimal satu kali dalam tiga bulan terakhir. Kuesioner ini juga dibuat untuk mengetahui faktor apa yang menjadi motivasi responden untuk menggunakan jasa Taksi X, dan menjadi masukan untuk menentukan atribut kuesioner.

Kuesioner ini dibagikan kepada 30 orang responden yang berdomisili di Jakarta. Selanjutnya dilakukan pembagian kuesioner penelitian kepada 170 orang responden. Kuesioner ini terdiri dari 23 atribut kualitas pelayanan, dengan menggunakan skala likert 1-5. Kuesioner ini terdiri dari beberapa bagian, antara lain tingkat harapan, tingkat persepsi terhadap jasa taksi X, serta tingkat persepsi terhadap jasa taksi *online* A dan/atau B, dan/atau C, dan bagian terakhir adalah data responden.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Gap antara persepsi dan harapan

*Gap* atau kesenjangan dihitung dengan mengurangi nilai persepsi dengan nilai harapan yang telah diperoleh. Tabel 1 ini merupakan *gap* untuk masing-masing atribut:

**Tabel 1. Perhitungan Gap**

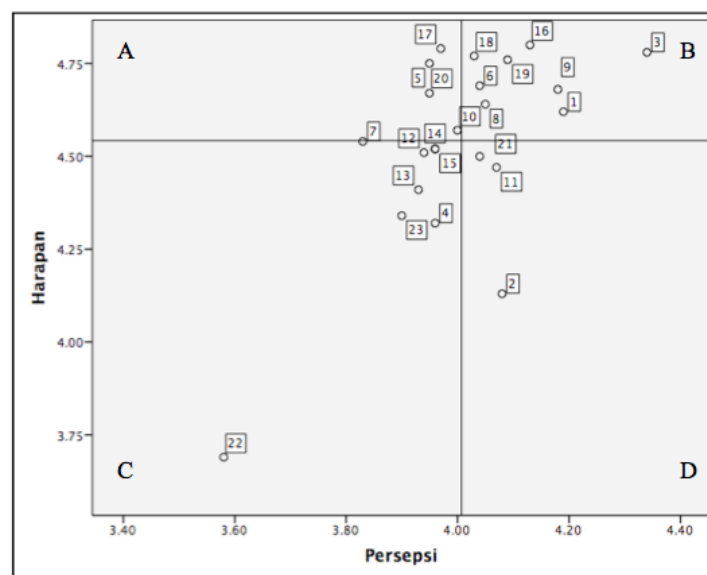
Kode	Pernyataan Kualitas Pelayanan	Harapan	Persepsi	Gap (-)
<b>Tangibles (Bukti Langsung)</b>				
T1	Mobil yang digunakan bersih (tidak ada sampah, debu)	4.62	4.19	0.44
T2	Sopir/karyawan berseragam rapi	4.13	4.08	0.05
T3	Fasilitas dalam mobil berfungsi baik (AC, argometer)	4.78	4.34	0.44
T4	Kursi mobil yang empuk dan nyaman diduduki	4.32	3.96	0.36
T5	Mobil yang digunakan terhindar dari bau tidak sedap (rokok, keringat)	4.75	3.95	0.80
<b>Reliability (Keandalan)</b>				
RL1	Taksi dapat membawa penumpang sampai ke tempat tujuan dengan rute yang terbaik sehingga tidak membuang waktu	4.69	4.04	0.65
RL2	Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja	4.54	3.83	0.71
RL3	Taksi datang tepat waktu bila telah dipesan sebelumnya	4.64	4.05	0.59
RL4	Taksi menepati janji untuk datang apabila telah dipesan sebelumnya (tidak membatalkan janji)	4.68	4.18	0.51
RL5	Taksi tetap bersedia membawa penumpang ke tempat tujuan tanpa terpengaruh oleh kondisi eksternal (hujan, jam macet)	4.57	4.00	0.57
<b>Responsiveness (Ketanggapan)</b>				
RS1	Penumpang mudah untuk menghubungi perusahaan	4.47	4.07	0.40
RS2	Perusahaan cepat menanggapi pertanyaan atau keluhan penumpang	4.51	3.94	0.57
RS3	Penumpang mudah untuk mendapatkan informasi	4.41	3.93	0.48
RS4	Sopir/karyawan melayani kebutuhan penumpang dengan cepat	4.52	3.96	0.56
<b>Assurance (Kepastian)</b>				
A1	Sopir memiliki pengetahuan luas mengenai jalan dan rute perjalanan	4.52	3.96	0.56
A2	Sopir mengemudikan mobil dengan aman	4.80	4.13	0.67
A3	Perusahaan mengembalikan barang milik penumpang yang tertinggal di dalam taksi	4.79	3.97	0.82
A4	Sopir memberikan rasa aman pada penumpang dari tindak kejahatan	4.77	4.03	0.74
A5	Sopir bersikap jujur dan dapat dipercaya	4.76	4.09	0.66
<b>Empaty (Empati)</b>				
E1	Sopir/karyawan memberikan perhatian kepada penumpang yang berkebutuhan khusus (lansia, ibu hamil, disabilitas)	4.67	3.95	0.72
E2	Sopir/karyawan bersikap ramah kepada penumpang	4.50	4.04	0.46
E3	Sopir dapat memahami suasana hati penumpang	3.69	3.58	0.11
E4	Sopir/karyawan selalu siap menolong apabila penumpang mengalami kesulitan	4.34	3.90	0.44



Bila dilihat secara keseluruhan, semua atribut kualitas pelayanan masih memiliki *gap* negatif. Artinya, setiap atribut pelayanan memiliki tingkat kinerja yang lebih rendah dibandingkan harapan atau ekspektasi responden. Atribut dengan *gap* paling tinggi adalah atribut no 17, dengan kode atribut A3, yaitu perusahaan mengembalikan barang milik penumpang yang tertinggal di dalam taksi. Atribut ini memiliki nilai *gap* sebesar -0.82. Sedangkan atribut dengan *gap* terendah adalah atribut no 2, dengan kode atribut T2, yaitu sopir/karyawan berseragam rapi, dengan nilai *gap* -0.05.

#### b. Importance performance analysis

Tahap selanjutnya adalah mengelompokkan 23 buah atribut ke dalam diagram kartesius atau matriks IPA. Tujuannya adalah untuk menemukan atribut apa saja yang perlu dikembangkan. Langkah pertama adalah menemukan rata-rata harapan dan persepsi untuk semua atribut. Nilai rata-rata tersebut merupakan garis pembatas diagram kartesius, di mana harapan sebagai sumbu x, dan persepsi sebagai sumbu y. Berdasarkan perhitungan, didapatkan nilai rata-rata persepsi adalah sebesar 4.54, yang menjadi garis tengah sumbu x diagram kartesius. Sedangkan rata-rata untuk harapan adalah 4.01, yang menjadi garis tengah untuk sumbu y. Diagram kartesius dibuat dengan menggunakan software SPSS 21 (gambar 4).



Gambar 4. Diagram Kartesius Importance Performance Analysis

#### c. Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) dibuat untuk menentukan langkah apa saja yang harus diambil oleh perusahaan untuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan yang masih kurang. QFD ini dibuat dengan menyusun *House of Quality* (HOQ). Chan, Lai-Kow, & Wu, (2002) menyatakan bahwa HOQ adalah tahapan pertama dalam QFD, yang merupakan dasar dan memiliki kepentingan strategis untuk menghubungkan customer need dengan dan prioritas kompetitif dari perusahaan yang diterjemahkan kedalam spesifikasi teknis. QFD mengkonversi kebutuhan pelanggan (Voice of Customer) menjadi rancangan (Rao&Thakar,2013).

HOQ (gambar 5) dibuat dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

##### 1. Tahap 1: Kebutuhan Pelanggan (WHATs)

Atribut-atribut yang tergolong dalam kuadran A pada matriks IPA adalah atribut yang memiliki harapan tinggi dari responden, namun masih memiliki kinerja yang rendah, sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus dari perusahaan. Berdasarkan gambar 4, terdapat lima buah atribut pelayanan yang masuk ke dalam kuadran A diagram IPA, antara lain:

- Atribut T5: Mobil yang digunakan terhindar dari bau tidak sedap (rokok, keringat).
- Atribut RL2: Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja.
- Atribut RL5: Taksi tetap bersedia membawa penumpang ke tempat tujuan tanpa terpengaruh oleh kondisi eksternal (hujan, jam macet).

- d. Atribut A3: Perusahaan mengembalikan barang milik penumpang yang tertinggal di dalam taksi.
- e. Atribut E1: Sopir/karyawan memberikan perhatian kepada penumpang yang berkebutuhan khusus (lansia, ibu hamil, disabilitas).

Kelima atribut tersebut masuk ke dalam bagian Kebutuhan Pelanggan atau *WHATs* dalam HOQ.

## 2. Tahap 2: Matriks perencanaan (*Planning Matrix*)

Matriks perencanaan memuat data yang berhubungan dengan kebutuhan pelanggan, antara lain tingkat kepentingan, tingkat persepsi kinerja perusahaan saat ini, tingkat persepsi kinerja pesaing, *goal* yang ingin dicapai, *improvement ratio* (rasio peningkatan), *sales point*, *row weight*, dan *normalized row weight*. *Sales point* memiliki nilai 1 (tidak ada nilai jual), 1.2 (terdapat nilai jual), 1.5 (terdapat nilai jual yang kuat). Sedangkan *Improvement ratio* dihitung dengan rumus (1) :

$$\text{Improvement Ratio} = \frac{\text{Goal}}{\text{Current Satisfaction Performance}} \quad (1)$$

*Row Weight* dihitung dengan rumus (2) :

$$\text{Row Weight} = \text{Importance to Customer} \times \text{Improvement Ratio} \times \text{Sales Point} \quad (2)$$

*Normalized Row Weight* dihitung dengan rumus (3) :

$$\text{Normalized Row Weight} = \frac{\text{Row Weight}}{\text{Total Row Weight}} \quad (3)$$

Tingkat kepentingan, persepsi kinerja saat ini, dan persepsi kinerja pesaing diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner. Sedangkan *goal* atau target diasumsikan, dengan berdasarkan pada tingkat persepsi kinerja perusahaan saat ini dan kinerja pesaing. Matriks ini akan menghasilkan prioritas dari kebutuhan pelanggan.

## 3. Tahap 3: Respon Teknis (*HOWs*)

Respon teknis merupakan terjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi bahasa teknis yang digunakan perusahaan untuk produk atau jasanya. Pada bagian ini, respon teknis yang diusulkan diadaptasi dari beberapa literatur, serta peraturan menteri perhubungan (PM no 46 tahun 2014) mengenai standar pelayanan minimal taksi. Camgoz-Akdag et al (2013) melakukan penelitian mengenai aplikasi QFD dengan menggunakan SERVQUAL untuk meningkatkan pelayanan pada rumah sakit. Miteva et al (2015) melakukan penelitian mengenai indikator kualitas untuk menerjemahkan kualitas jasa pada taksi. Kemudian PM 46 tahun 2014 menjabarkan standar pelayanan minimal pada angkutan taksi. Rao & Thakar (2013) melakukan penelitian mengenai penggunaan QFD untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dalam jasa bus.

## 4. Tahap 4: Hubungan antara kebutuhan pelanggan dan respon teknikal (*Relationship*)

Setelah menentukan respon teknis, selanjutnya adalah menentukan hubungan antara respon teknis dan kebutuhan pelanggan. Terdapat beberapa jenis hubungan, antara lain hubungan kuat ( $\square$ ), hubungan sedang ( $\circ$ ), dan hubungan lemah ( $\Delta$ ). Hubungan kuat memiliki nilai 9, hubungan sedang memiliki nilai 3, dan hubungan lemah memiliki nilai 1. Bila respon teknis dan kebutuhan pelanggan tidak memiliki hubungan, maka kolom dibiarkan kosong.

## 5. Tahap 5: Korelasi Teknis (*Technical Correlation*)

Korelasi teknismemetakan hubungan dan ketergantungan antar respon teknis. Hubungan tersebut terdiri dari hubungan positif kuat ( $\checkmark\checkmark$ ), positif lemah ( $\checkmark$ ), negatif kuat ( $\times\times$ ), serta negatif lemah ( $\times$ ). Selain itu, terdapat juga simbol yang menyatakan sifat setiap respon teknis, yang disebut juga dengan *direction of goodness*. Simbol tersebut antara lain *more is better* ( $\uparrow$ ), *less is better* ( $\downarrow$ ), dan *target is better* ( $\circ$ ).

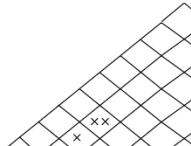
## 6. Tahap 6: Matriks Teknis (*Technical Matrix*)

Matriks teknis merupakan bagian terakhir dari HOQ. Bagian ini terdiri dari indikator atau ukuran yang diusulkan untuk masing-masing respon teknis, bobot, serta bobot relatif dari setiap respon teknis. Bobot absolut didapatkan dari rumus berikut ini:

$$\Sigma (\text{Relationship Values} \times \text{Importance to Customer}) \quad (4)$$

Sedangkan bobot relatif didapatkan dari rumus:

$$\Sigma (\text{Relationship Values} \times \text{Importance to Customer} \times \text{Improvement Ratio}) \quad (5)$$

																					
		Direction of Goodness																			
Atribut	HOWs	○	↓	↑	↑	○	↓	↑	○	↑											
	WHATs																				
T5	Mobil yang digunakan terhindar dari bau tidak sedap (rokok, keringat).	⊙									Δ	4.75	3.95	3.81	3.88	3.85	4.01	1.02	1.2	5.79	0.18
RL2	Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja.		⊙	○	⊙							4.54	3.83	4.13	4.12	3.75	4.2	1.10	1.5	7.47	0.24
RL5	Taksi tetap bersedia membawa penumpang ke tempat tujuan tanpa terpengaruh oleh kondisi eksternal (hujan, jam macet).		⊙	○	⊙						⊙	4.57	4	3.94	3.84	3.79	4.01	1.00	1.5	6.87	0.22
A3	Perusahaan mengembalikan barang milik penumpang yang tertinggal di dalam taksi.					⊙	⊙				Λ	4.79	3.97	3.47	3.48	3.42	4.01	1.01	1.2	5.81	0.18
E1	Sopir/karyawan memberikan perhatian kepada penumpang yang membutuhkan khusus (lansia, ibu hamil, disabilitas).							⊙	○	⊙		4.67	3.95	3.63	3.65	3.6	4.01	1.02	1.2	5.69	0.18
	Indikator/Jumlah/Satuan	Tersedia	< 10 menit	24 jam	90%	Tersedia	< 48 jam	Terlayani	1 buah	Tersertifikasi, terlatih											
	Absolute Weight	42.75	81.99	27.33	81.99	43.11	43.11	42.03	14.01	92.7											
	Relative Weight	43.40	86.04	28.68	86.04	43.54	43.54	42.67	14.22	93.56											
												Jumlah									
												31.62									
												1.00									

Gambar 5. House of Quality

Berdasarkan *goal* yang telah ditentukan, didapatkan bahwa nilai *improvement ratio* (rasio peningkatan) terbesar adalah atribut RL2 (Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja). Sedangkan bila memperhitungkan *sales point*, maka didapatkan bahwa atribut yang memiliki bobot paling besar adalah atribut RL2 (Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja) dan atribut RL5 (Taksi tetap bersedia membawa penumpang ke tempat tujuan tanpa terpengaruh oleh kondisi eksternal (hujan, jam macet)). Artinya, kedua atribut pelayanan tersebut adalah atribut yang memiliki skor prioritas tertinggi untuk dikembangkan oleh perusahaan, berdasarkan kepentingan pelanggan, rasio peningkatan, dan nilai jual.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mempertimbangkan hubungan antara kebutuhan pelanggan dan respon teknis, rata-rata kepentingan setiap kebutuhan pelanggan, serta nilai rasio peningkatan, maka didapatkan tiga respon teknis terbesar yang harus dikembangkan oleh taksi X antara lain sopir yang kompeten (Bobot absolut 92.7, bobot relatif 93.56), waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan taksi (Bobot absolut 86.4, bobot relatif 81.99), persentase taksi yang beroperasi saat jam sibuk (Bobot absolut 86.4, bobot relatif 81.99).

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian antara lain:

1. Semua atribut kualitas pelayanan masih memiliki tingkat kinerja yang lebih rendah dibandingkan harapan atau ekspektasi responden, sehingga perusahaan masih perlu meningkatkan kualitas pelayanannya.
2. *Gap* atau kesenjangan terbesar dimiliki oleh atribut “perusahaan mengembalikan barang milik penumpang yang tertinggal di dalam taksi”, dengan nilai *gap* sebesar -0.82. Sedangkan atribut dengan *gap* terendah adalah atribut “sopir/karyawan berseragam rapi”, dengan nilai *gap* -0.05.
3. Atribut pelayanan yang paling dianggap penting oleh penumpang adalah atribut-atribut yang tergolong dalam dimensi *reliability* (kehandalan). Sedangkan atribut yang kurang dianggap penting oleh penumpang adalah atribut-atribut yang tergolong dalam dimensi *responsiveness* (ketanggapan).

4. Terdapat lima buah atribut pelayanan yang menjadi prioritas untuk ditingkatkan oleh Taksi X untuk meningkatkan kualitas pelayanannya antara lain:
  - a. Mobil yang digunakan terhindar dari bau tidak sedap (rokok, keringat).
  - b. Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja.
  - c. Taksi tetap bersedia membawa penumpang ke tempat tujuan tanpa terpengaruh oleh kondisi eksternal (hujan, jam macet).
  - d. Perusahaan mengembalikan barang milik penumpang yang tertinggal di dalam taksi.
  - e. Sopir/karyawan memberikan perhatian kepada penumpang yang berkebutuhan khusus (lansia, ibu hamil, disabilitas).
5. Berdasarkan hasil *Quality Function Deployment*, kebutuhan pelanggan yang memiliki prioritas terbesar untuk dipenuhi dengan mempertimbangkan rasio peningkatan serta *sales point* adalah:
  - a. Penumpang mudah untuk mendapatkan taksi di mana saja dan kapan saja (bobot 7.47).
  - b. Taksi tetap bersedia membawa penumpang ke tempat tujuan tanpa terpengaruh oleh kondisi eksternal (hujan, jam macet) (bobot 6.87).
6. Berdasarkan hasil *Quality Function Deployment*, respon teknis yang menjadi prioritas untuk dikembangkan antara lain:
  - a. Sopir yang kompeten (Bobot absolut 92.7, bobot relatif 93.56).
  - b. Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan taksi (Bobot absolut 86.4, bobot relatif 81.99).
  - c. Persentase taksi yang beroperasi saat jam sibuk (Bobot absolut 86.4, bobot relatif 81.99).

## 6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang diberikan untuk perusahaan dan untuk penelitian sejenis selanjutnya antara lain:

1. Perusahaan sebaiknya menjaga dan meningkatkan kompetensi sopir, karena sopir memiliki peranan penting untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, yang tidak hanya berhubungan dengan kompetensi teknis, tetapi juga kompetensi perilaku, seperti etika pelayanan.
2. Untuk dapat menjaga dan meningkatkan kompetensi sopir, perusahaan dapat memulai dari sistem seleksi yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan perusahaan. Perusahaan juga sebaiknya memberikan penilaian kepada *driver* dan juga pelatihan secara rutin.
3. Untuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan lainnya, perusahaan juga sebaiknya dapat memaksimalkan penggunaan aplikasi pemesanan taksi, mempertahankan manajemen waktu yang baik, menggunakan fitur GPS untuk para pengemudi, rutin dalam merawat armada, sigap dalam melayani pengaduan penumpang mengenai barang yang tertinggal dalam taksi, dan menyediakan standar kebersihan taksi serta SOP untuk mengembalikan barang yang tertinggal.
4. Penelitian selanjutnya sebaiknya menyertakan kondisi respon teknis para pesaing, sehingga posisi perusahaan dapat benar-benar dipahami dan usulan atau target yang dibuat dapat sesuai dengan kondisi dari para pesaing.
5. Dalam perspektif business di level korporasi, perlu adanya perubahan *business model* yang dapat mengantisipasi dinamika persaingan taksi dengan adanya taksi online yang menawarkan keunggulan platform, kemudahan pembayaran dilengkapi dengan financial technology dan dapat meningkatkan utilisasi dari armada. Tanpa perubahan business model, perusahaan akan mengalami asset menggelembung namun dengan biaya maintenance tinggi dan utilisasi yang rendah.
6. Instalasi teknologi dan platform teknologi untuk mempermudah akses pemesan / pelanggan adalah suatu keharusan. Implementasi teknologi ini harus segera karena berpacu dengan persaingan yang berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. (2004). *Profil Pengguna Internet Indonesia 2014*. Jakarta: Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. Diunduh dari <https://apjii.or.id/content/read/39/27/PROFIL-PENGGUNA-INTERNET-INDONESIA-2014>.
- Camgöz-Akdağ, Hatice, Tarım, Mehves, Lonial, Subash, & Yatkın, Alim (2013). QFD application using SERVQUAL for private hospitals: a case study. *Leadership in Health Services*, 26(3), 175-183.
- Chan, Lai-Kow, & Wu, Ming-Lu. (2002). Quality function deployment: A literature review. *European journal of operational research*, 143(3), 463-497.

- Cohen, Lou. (1995). *Quality Function Deployment, How to Make QFD Work for You*. USA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Harijono, Hilda, & Soepangkat, Bobby Oedy P. (2011). Upaya peningkatan kualitas layanan farmasi Rsk. St Vincentius A Paulo Surabaya dengan menggunakan metode servqual dan QFD. c
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 46 Tahun 2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Orang dengan Kendaraan Bermotor Umum tidak Dalam Trayek*. Diunduh dari [http://dishub.surabaya.go.id/backend/upload/files/peraturan/KMHUB/pm\\_46\\_tahun\\_2014.pdf](http://dishub.surabaya.go.id/backend/upload/files/peraturan/KMHUB/pm_46_tahun_2014.pdf).
- Kotler, Philip, Keller, Kevin Lane (2012). *Marketing Management* (14<sup>th</sup> ed). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Liu, Cindy (2015). Worldwide Internet and Mobile Users. Diunduh dari [https://insights.ap.org/uploads/images/eMarketer\\_Estimates\\_2015.pdf](https://insights.ap.org/uploads/images/eMarketer_Estimates_2015.pdf)
- Miteva, Denitsa Ilieva, Pencheva, Velizara Ivanova, & Grozev, Dimitar Ivanov (2015). The Role of Key Indicators for an Assessment the Quality of Transport Service in Taxi Transportations. The 3rd Global Virtual Conference, 168-171.
- Parasuraman, A., Zeithaml, Valarie A., & Berry, Leonard L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *The Journal of Marketing*, 49, 12-40.
- Parasuraman, A., Zeithaml, Valarie A., & Berry, Leonard L. (1988). SERVQUAL: A Multiple Item Scale for Measuring Consumer Perception of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 41-50.
- Rangkuti, Freddy. (2008). *Measuring Customer Satisfaction*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Rao, K.Ch.A., Thakar, Girish. (2013). Enhancement of Customer Service by QFD in Bus Service. *International Journal on Advanced Computer Theory and Engineering (IJACTE)*. 2(5), 1-6.
- Sudaryono. (2014). *Educational Research Methodology*. Jakarta: Lentera Ilmu Cendekia.
- Taxi Services Industry in Indonesia*. (2015, 4 November). Diakses pada tanggal 26 Agustus 2016 dari <http://www.indonesia-investments.com/business/industries-sectors/taxi-services/item6120>
- Zhu, Dauw-Song, Lin, Chih-Te, Tsai, Chung-Hung, & Wu, Ji-Fu (2010). A study on the evaluation of customers' satisfaction—the perspective of quality. In *4th international quality conference. Center for Quality, Faculty of Mechanical Engineering, University of Kragujevac*, 19, 309-324.

## PERANCANGAN MEJA PRODUKSI AYAM POTONG MENGGUNAKAN MODEL KANO DAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD) SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI AYAM POTONG

Tita Talitha<sup>1</sup>, RR Shania R.N<sup>2</sup>, Ratih Setyaningrum<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Industri Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula I 5-11 Semarang 50131 Jawa Tengah Indonesia

E-mail: titatalitha@gmail.com, shaniasya58@gmail.com, ratihha@gmail.com

### ABSTRAK

Usaha pemotongan ayam merupakan salah satu usaha yang memiliki pangsa pasar yang sangat baik, dengan rasio peningkatan per tahun sebesar 7,86% untuk provinsi Jawa Tengah. Usaha pemotongan ayam tradisional hanya dengan tempat kerja tanpa mempertimbangkan tingkat kenyamanan pekerjaanya dan waktu yang lama untuk proses pemotongan ayam. Model Kano digunakan untuk menggali atribut yang perlu dikembangkan lebih lanjut dan memiliki satu atribut unggulan yaitu meja produksi multifungsi yang baik untuk dikembangkan lebih lanjut yang termasuk dalam atribut One Dimensional. Untuk korelasi Kano dan QFD maka ditentukan K Value untuk diolah dalam matriks QFD. Hasil QFD dan HOQ menterjemahkan kebutuhan konsumen dalam bentuk karakteristik teknis dengan hasil perhitungan nilai absolute importance yang memiliki nilai terbesar adalah meja produksi multifungsi dengan nilai 185,07. Untuk perancangan meja yang ergonomis maka dilakukan perhitungan antropometri dengan data jangkauan tangan untuk lebar meja, siku berdiri untuk tinggi meja, dan data tinggi bahu berdiri untuk tinggi gantungan ayam menggunakan persentil 50 dengan nilai masing-masing 82, 104 dan 139. Hasil implementasi perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan meja produksi ayam potong yang menggunakan peta aliran proses diperoleh waktu proses produksi sebelumnya 5 menit 35 detik dan waktu proses produksi sesudahnya 3 menit 61 detik. Peningkatan nilai produktivitas dan kenaikan omzet sebesar 8,1%. Hasil ini menunjukkan proses produksi lebih cepat dan ukuran meja yang nyaman untuk pekerja.

**Kata Kunci:** Meja Produksi Ayam Potong, Model Kano, Metode *Quality Function Deployment* (QFD)

### 1. PENDAHULUAN

Peternakan ayam adalah salah satu andalan dalam salah satu usaha bisnis di Indonesia. Usaha yang dapat dikembangkan dengan menggunakan ayam sebagai komoditas utamanya bukan hanya sebatas pada industri hulu atau budidayanya, melainkan juga meliputi berbagai usaha, salah satu contohnya adalah Usaha Pemotongan Ayam. Berdasarkan data statistik Dinas Peternakan dan Kesehatan Provinsi Jawa Tengah jumlah pemotongan ayam dari tahun 2009-2013 semakin meningkat tiap tahunnya dengan rasio peningkatan 7,86%. Di Kabupaten Tegal jumlah pemotongan ayam pada tahun 2013 sebanyak 1.755.719 ekor ayam dengan rata-rata rasio peningkatan 61,39% per tahun.

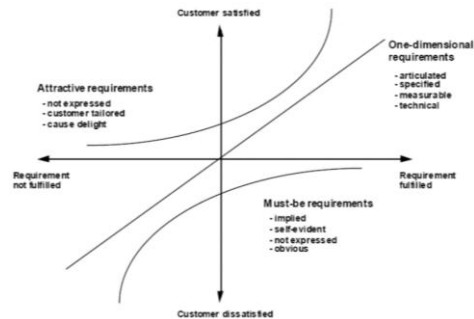
Salah satu usaha pemotongan ayam di Jawa Tengah yaitu CV Septi Gemilang, Tegal, Jawa Tengah. CV Septi Gemilang ini merupakan usaha pemotongan ayam tradisional yang masih menggunakan tenaga manusia dan prosesnya manual. Luas area produksi 3x4 meter. Adapun alur proses pemotongan ayam dimulai dari pemotongan leher ayam kemudian proses penirisan darah ayam, perebusan ayam, pencabutan bulu ayam, pembersihan dan pengeluaran usus hati dan rempela ayam, kemudian proses pemotongan ayam menjadi beberapa bagian dan terakhir adalah pengemasan. Total waktu untuk proses pemotongan 1 ekor ayam yaitu selama  $\pm$  5 menit.

Dari hasil analisis kebutuhan pekerja di rumah pemotongan ayam mengenai alur produksi pemotongan yang berkesinambungan dan kebutuhan tempat kerja yang nyaman, dalam penelitian ini akan merancang meja produksi ayam potong. Pendekatan yang dapat digunakan untuk merancang suatu meja produksi pemotongan ayam yang ergonomis dilakukan dengan pendekatan antropometri. Sedangkan untuk mengetahui dan menampung segala kebutuhan konsumen, maka digunakan model Kano dan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Sehingga diperoleh dimensi perancangan yang sesuai dengan kebutuhan para penggunanya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Model Kano

Model Kano pertama kali dikembangkan oleh Profesor Noriaki Kano dan rekan-rekannya dari Universitas Tokyo Rika (Kano et al., 1984) untuk mengkategorikan atribut produk dan layanan, berdasarkan pada seberapa mampu mereka mampu memenuhi kebutuhan pelanggan.



Sumber: Kano et al., 1984

Langkah-langkah pengembangan produk dengan menggunakan Model Kano yaitu:

1. Identifikasi ide/permintaan pelanggan atau menganalisa yang akan diukur.
2. Pembuatan kuesioner Kano dimana perhitungannya menggunakan model Kano maka setiap pernyataan memiliki dua bagian yaitu fungsional dan disfungsional. Untuk setiap variabel tidak diberi skor dalam pengolahan datanya tetapi mengikuti langkah-langkah yang sesuai dengan Model Kano yaitu dengan menggunakan Tabel Evaluasi Kano pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi Kano

CUSTOMER REQUIREMENT		DYSFUNCTIONAL (Negative) QUESTION				
		1. Like	2. Must-be	3. Neutral	4. Live with	5. Dislike
FUNCTIONAL (Positif) QUESTION	1. Like	Q	A	A	A	O
	2. Must-be	R	I	I	I	M
	3. Neutral	R	I	I	I	M
	4. Live with	R	I	I	I	M
	5. Dislike	R	R	R	R	Q

Sumber: Trisna,dkk , 2000

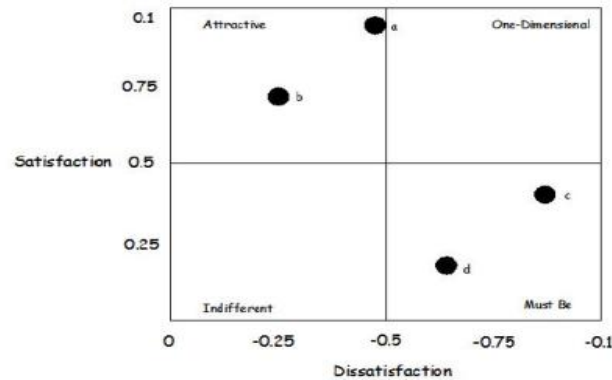
3. Memproses hasil jawaban Kuisisioner dengan menggunakan *Tabulation of Surveys* yang kemudian digunakan untuk memproses hasil jawaban Tabel Evaluasi Kano pada Tabel 1.
4. Menganalisis hasil proses dengan memposisikan setiap pernyataan. Dari Tabel 1 dapat disimpulkan mengenai kebutuhan pelanggan yang masuk kategori *Attractive* (A), *Must Be* (M), *One Dimensional* (O), *Reverse* (R), *Questionable* (Q) atau *Indifferent* (I). Dari semua responden yang ada dihitung hasil pengisian kuesioner tersebut untuk setiap pernyataan. Kesimpulan diambil dari mayoritas jawaban yang dipilih. Kemudian dilakukan *input* data dalam tabel *tabulation of survey* seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Tabulation of Surveys*

Customer Requirements	A	M	O	R	Q	I	TOTAL	CATEGORY
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
.								
.								
.								
Dst								

Sumber: Trisna,dkk , 2000

5. Memposisikan atribut melalui perhitungan nilai *Extent of Satisfaction* dan *Extent of Dissatisfaction* ke dalam bentuk diagram kano seperti yang terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Memposisikan Atribut**

Sumber: Trisna,dkk , 2000

Untuk memposisikan diperlukan rata-rata dari *satisfaction* dan *dissatisfaction* dari setiap atribut. Untuk itu ada aturan dalam mengevaluasi yaitu  $M > O > A > I$ . Menghitung rata-rata setiap atribut dengan:

*Extent of Satisfaction* :  $\frac{A+O}{2}$

$A+O+M+I$

*Extent of Dissatisfaction* :  $\frac{O+M}{2}$

$(A+O+M+I)(-1)$

Dari hasil rata-rata dapat diketahui nilai yang memungkinkan mengetahui atribut yang menjadi kepuasan pelanggan dan ketidakpuasan pelanggan. Atribut yang bernilai positif dipertahankan sedangkan yang negatif dilakukan tindakan perbaikan.

## 2.2 Quality Function Deployment (QFD)

Menurut Cohen (1995: 11) QFD adalah metode terstruktur yang digunakan dalam proses perencanaan dan pengembangan produk untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi suatu produk dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. QFD memungkinkan organisasi untuk memprioritaskan kebutuhan pelanggan, menemukan tanggapan inovatif terhadap kebutuhan tersebut dan memperbaiki proses hingga tercapai efektifitas maksimum. Langkah-langkah dalam membangun QFD sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen
2. Membuat matriks perencanaan (*Planning Matrix*)
  - a. Tingkat kepentingan konsumen (*Importance to Customer*), digunakan untuk mengetahui sejauh mana konsumen memberikan penilaian atau harapan dari kebutuhan konsumen yang ada dihitung dengan rumus:  $\text{Skala Kepentingan} = \frac{xyz}{\sum \text{Responden}}$
  - b. Pengukuran tingkat kepuasan konsumen terhadap produk (*Current Satisfaction Performance*), untuk mengukur bagaimana tingkat kepuasan konsumen setelah pemakaian produk yang akan dianalisis. Dihitung dengan rumus:  $\text{Skala Kepuasan} = \frac{xyz}{\sum \text{Responden}}$
  - c. Nilai Target (*Goal*), ditentukan oleh pihak perusahaan untuk mewujudkan tingkat kepuasan yang diinginkan oleh konsumen. Nilai *goal* merupakan nilai yang ditetapkan dengan memberikan sasaran yang ingin dicapai peneliti untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Nilai *goal* dinyatakan dalam bentuk skala numerik. Penentuan nilai *goal* ini dilakukan dengan memperhatikan nilai tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan konsumen.
  - d. *K Value*, ditentukan menurut nilai kebebasan pada hasil atribut kategori kano. Dimana *k value* didefinisikan sebagai 0,5, 1, 1,5 dan 0 untuk masing-masing atribut kategori *Must-be*(M), *One Dimensional* (O), *Attractive*(A) dan *Indifferent*(I).
  - e. *Adjustment Factor* merupakan nilai yang digunakan untuk menghitung nilai *adjusted improvement ratio*.

$\text{Adjustment Factor} = \max([CS],[CD])$

Dimana, CS = *Customer Satisfaction*



DS = Customer Dissatisfaction

- f. Rasio Perbaikan (*Improvement Ratio*), nilai yang bertujuan untuk mengukur derajat kepuasan konsumen pada setiap pengguna atribut untuk masing-masing kualitas yang tercantum. Sedangkan nilai *improvement ratio* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Improvement Ratio, } R_0 = \frac{t}{u}$$

Dimana, t = User Satisfaction target (goal)

u = User importance

- g. *Adjusted Improvement Ratio*, langkah perhitungan yang digunakan untuk menghubungkan parameter dalam metode kano ke dalam matriks QFD. Hasil ini dapat memberikan kepentingan mutlak untuk memperoleh analisis akhir. Adapun rumus perhitungan *adjusted improvement ratio* adalah sebagai berikut :

$$R_I = (1+f)^k \times R_0$$

Dimana, f = Adjustment factor

k = Kano category

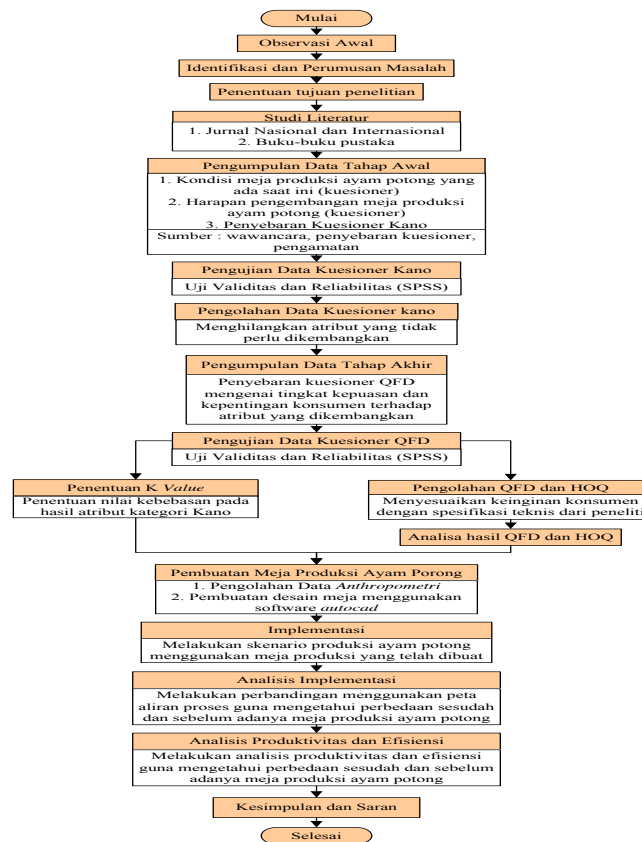
R<sub>0</sub> = Improvement ratio

- h. *Adjustment Importance*, memberikan pemahaman yang jelas tentang memprioritaskan kualitas yang diharapkan oleh pengguna. Adapun rumus perhitungan *Adjustment Importance* adalah sebagai berikut :

$$\text{Adjustment importance} = \text{adjusted improvement ratio} \times \text{user importance}.$$

3. Penyusunan kepentingan teknik, tahap ini perusahaan mengidentifikasi kebutuhan teknik yang sesuai dengan kebutuhan konsumen.
4. Menentukan hubungan antara kebutuhan konsumen dengan kepentingan teknik, menunjukkan hubungan (*relationship matrix*) antara setiap kebutuhan konsumen dan kepentingan teknik.
5. Penentuan prioritas, menunjukkan prioritas yang akan dikembangkan lebih dulu berdasarkan kepentingan teknik.

### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Tahapan Penelitian

## 4. HASIL PENELITIAN

### 4.1 Hasil Evaluasi Kano

**Tabel 3. Evaluasi Kano**

KONSUMEN	DISFUNGSIONAL				
	1. SUKA	2. HARUS	3. NETRAL	4. BOLEH	5. TIDAK SUKA
1. SUKA	Q	A	A	A	Q
2. HARUS	R	I	I	I	M
3. NETRAL	R	I	I	I	M
4. BOLEH	R	I	I	I	M
5. TIDAK SUKA	R	R	R	R	Q

Dari Tabel 3 dapat dikelompokkan kebutuhan terhadap pengguna meja produksi ayam potong dalam *Tabulation of survey* pada Tabel 4 berikut menjadi 6 kelompok yaitu *Attractive* (A), *Must be* (M), *One Dimensional* (O), *Reverse* (R), *Questionable* (Q), *Indifferent* (I).

**Tabel 4. Tabulation of Survey**

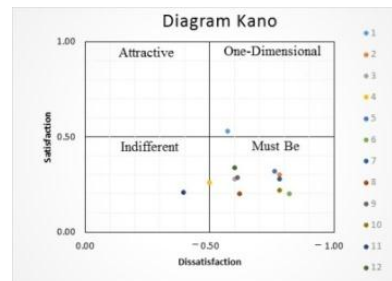
Atribut	A	M	O	R	Q	I	TOTAL	GRADE
1	11	13	15	0	1	10	50	O
2	5	29	10	0	0	6	50	M
3	6	22	8	0	0	14	50	M
4	6	18	7	0	0	19	50	I
5	6	28	10	0	0	6	50	M
6	3	34	7	0	0	6	50	M
7	3	28	11	0	0	8	50	M
8	3	24	7	0	0	16	50	M
9	6	22	8	1	0	13	50	M
10	2	30	9	0	0	9	50	M
11	6	15	4	1	1	23	50	I
12	5	18	12	0	0	15	50	M

Sebelum memposisikan pernyataan dalam diagram Kano perlu menghitung nilai *Satisfaction* dan *Dissatisfaction Index* seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5. Satisfaction Dissatisfaction Index**

Atribut	A	M	O	R	Q	I	TOTAL	GRADE	SATISFACTION			DISSATISFACTION		
									A+O	A+O+M+I	HASIL SI	O+M	(A+O+M+I) (-1)	HASIL DI
1	11	13	15	0	1	10	50	O	26	49	0.53	28	-49	-0.57
2	5	29	10	0	0	6	50	M	15	50	0.30	39	-50	-0.78
3	6	22	8	0	0	14	50	M	14	50	0.28	30	-50	-0.60
4	6	18	7	0	0	19	50	I	13	50	0.26	25	-50	-0.50
5	6	28	10	0	0	6	50	M	16	50	0.32	38	-50	-0.76
6	3	34	7	0	0	6	50	M	10	50	0.20	41	-50	-0.82
7	3	28	11	0	0	8	50	M	14	50	0.28	39	-50	-0.78
8	3	24	7	0	0	16	50	M	10	50	0.20	31	-50	-0.62
9	6	22	8	1	0	13	50	M	14	49	0.29	30	-49	-0.61
10	2	30	9	0	0	9	50	M	11	50	0.22	39	-50	-0.78
11	6	15	4	1	1	23	50	I	10	48	0.21	19	-48	-0.40
12	5	18	12	0	0	15	50	M	17	50	0.34	30	-50	-0.60

Nilai SI dan DI pada Tabel 5 merupakan nilai penentu titik axis. Axis X digunakan nilai *dissatisfaction* dan untuk nilai Y digunakan nilai *satisfaction*. Hasil nilai *satisfaction* dan *dissatisfaction* pada Tabel 5 diposisikan dalam diagram Kano dalam bentuk *scatter diagram* menggunakan *Microsoft Excel*. Dari diagram tersebut maka dapat dilihat pernyataan dalam atribut yang harus dieliminasi sesuai dengan posisi 4 kuadran. Kuadran *indifferent* merupakan kuadran yang harus dieliminasi pada penelitian ini.



**Gambar 4. Diagram Kano**

Dari Gambar 4 dapat dilihat posisi setiap atribut dalam 4 kuadran yang ada. Pada kuadran *Must Be* terdapat 9 pernyataan atribut dimana atribut tersebut merupakan kebutuhan dasar konsumen. Kuadran *One Dimensional* terdapat 1 pernyataan atribut, Kuadran *Attractive* tidak terdapat pernyataan atribut yang ada didalamnya, dan untuk kuadran *Indifferent* terdapat 2 pernyataan atribut. Dari ke-4 kuadran di

atas, pernyataan atribut yang terdapat pada kuadran *Indifferent* merupakan pernyataan atribut yang harus dieliminasi.

## 4.2 Analisis Implementasi QFD

### 1. Perhitungan Nilai Tingkat Kepentingan

Hasil dari nilai ini menunjukkan tingkat kepentingan masing-masing pernyataan atribut bagi konsumen.  $\text{Nilai} = (5x_a) + (4x_b) + (3x_c) + (2x_d) + (1x_e) = xyz$

$\Sigma \text{ Responden} = 50 \text{ Responden}$

$\text{Skala Kepentingan} = \frac{xyz}{\Sigma \text{ Responden}}$

**Tabel 6. Nilai Tingkat Kepentingan**

Tingkat kepentingan (Relative Frekuensi)		Skala Kepentingan	Urutan
Atribut	Pernyataan		
Multifungsi	1	4.18	8
Praktis	2	4.22	5
Ukuran Sesuai	3	4.20	6
Aman	4	4.38	3
Konstruksi Kuat	5	4.38	1
Bahan Baku	6	4.38	2
Perawatan	7	4.26	4
Umur Pakai	8	3.94	9
Waktu	9	3.82	10
Harga	10	4.20	7

Dari Tabel 6 dapat dilihat 10 atribut dan urutan tingkat kepentingan menurut konsumen. Dilihat dari nilai skala kepentingan diketahui nilai tertinggi sebesar 4,38 dari 10 atribut dengan 10 pernyataan.

### 2. Perhitungan Nilai Tingkat Kepuasan

Hasil dari nilai ini menunjukkan tingkat kepuasan masing-masing pernyataan atribut bagi konsumen.  $\text{Nilai} = (5x_a) + (4x_b) + (3x_c) + (2x_d) + (1x_e) = xyz$

$\Sigma \text{ Responden} = 50 \text{ Responden}$

$\text{Skala Kepuasan} = \frac{xyz}{\Sigma \text{ Responden}}$

**Tabel 7. Nilai Tingkat Kepuasan**

Tingkat Kepuasan (Relative Frekuensi)		Skala Kepuasan	Urutan
Atribut	Pernyataan		
Multifungsi	1	2.10	5
Praktis	2	2.54	3
Ukuran Sesuai	3	2.20	4
Aman	4	1.96	8
Konstruksi Kuat	5	2.56	2
Bahan Baku	6	1.70	10
Perawatan	7	1.96	9
Umur Pakai	8	2.08	6
Waktu	9	2.04	7
Harga	10	2.60	1

Dari Tabel 7 dapat dilihat dari nilai skala kepuasan diketahui nilai tertinggi sebesar 2,60 dari 10 atribut dengan 10 pernyataan.

### 3. Menentukan Nilai Goal (Target)

Pada Tabel 8 nilai *goal* dinyatakan dalam bentuk skala numerik. Penentuan nilai *goal* ini dilakukan dengan memperhatikan nilai tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan konsumen.

**Tabel 8. Nilai Goal (Target)**

Atribut	Pernyataan	Goal
Multifungsi	1	5
Praktis	2	5
Ukuran Sesuai	3	5
Aman	4	5
Konstruksi Kuat	5	5
Bahan Baku	6	5
Perawatan	7	5
Umur Pakai	8	4
Waktu	9	4
Harga	10	5

#### 4. Menentukan K Value

K value ditentukan menurut nilai kebebasan pada hasil atribut kategori kano. Dimana k value didefinisikan sebagai 0,5, 1, 1,5 dan 0 untuk masing-masing atribut kategori *Must-be* (M), *One Dimensional* (O), *Attractive* (A) dan *Indifferent* (I).

**Tabel 9. K Value**

Atribut	Pernyataan	Kategori Kano	K Value
Multifungsi	1	O	1
Praktis	2	M	0.5
Ukuran Sesuai	3	M	0.5
Aman	4	M	0.5
Konstruksi Kuat	5	M	0.5
Bahan Baku	6	M	0.5
Perawatan	7	M	0.5
Umur Pakai	8	M	0.5
Waktu	9	M	0.5
Harga	10	M	0.5

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa untuk kategori kano *One Dimensional* (O) memiliki k value 1. Sedangkan untuk kategori kano *Must-Be* (M) memiliki k value 0,5.

#### 5. Menentukan Nilai Adjustment Factor

Nilai *adjustment factor* merupakan nilai yang digunakan untuk menghitung nilai *adjusted improvement ratio*.

$Adjustment\ Factor = \max([CS],[CD])$

Dimana, CS = *Customer Satisfaction*

DS = *Customer Dissatisfaction*

Pada Tabel 10 berikut dapat dilihat nilai *adjustment factor* pada masing-masing atribut. Nilai *adjustment factor* tersebut digunakan untuk memberikan analisis mengenai seberapa penting keberadaan atribut tersebut dalam desain.

**Tabel 10. Nilai Adjustment Factor**

Atribut	Pernyataan	Adjustment Factor
Multifungsi	1	0.57
Praktis	2	0.78
Ukuran Sesuai	3	0.60
Aman	4	0.76
Konstruksi Kuat	5	0.82
Bahan Baku	6	0.78
Perawatan	7	0.62
Umur Pakai	8	0.61
Waktu	9	0.78
Harga	10	0.60

#### 6. Menentukan Nilai Improvement Ratio

Untuk hasil perhitungan nilai *improvement ratio* dapat dilihat pada Tabel 11. Sedangkan nilai *improvement ratio* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$Improvement\ Ratio, R_0 = t/u$

Dimana, t = *User Satisfaction target (goal)*

u = *User importance*

**Tabel 11. Nilai Improvement Ratio**

Atribut	Pernyataan	Improvement Ratio
Multifungsi	1	1.20
Praktis	2	1.18
Ukuran Sesuai	3	1.19
Aman	4	1.14
Konstruksi Kuat	5	1.14
Bahan Baku	6	1.14
Perawatan	7	1.17
Umur Pakai	8	1.02
Waktu	9	1.05
Harga	10	1.19

#### 7. Menentukan Nilai Adjusted Improvement Ratio

Nilai ini merupakan langkah perhitungan yang digunakan untuk menghubungkan parameter dalam metode kano ke dalam matriks QFD. Hasil ini dapat memberikan kepentingan mutlak untuk memperoleh analisis akhir. Hasil perhitungan *adjusted improvement ratio* bisa dilihat pada Tabel 12. Adapun rumus perhitungan *adjusted improvement ratio* adalah sebagai berikut :

$$R_I = (1+f)^k \times R_0$$

Dimana,  $f$  = Adjustment factor  
 $k$  = Kano category  
 $R_0$  = Improvement ratio

**Tabel 12. Nilai Adjusted Improvement Ratio**

Atribut	Pernyataan	Adjusted Improvement Ratio
Multifungsi	1	1.88
Praktis	2	1.58
Ukuran Sesuai	3	1.51
Aman	4	1.51
Konstruksi Kuat	5	1.54
Bahan Baku	6	1.52
Perawatan	7	1.49
Umur Pakai	8	1.29
Waktu	9	1.40
Harga	10	1.51

#### 8. Menentukan Nilai Adjustment importance

Nilai *adjustment importance* diperoleh dari hasil kali *adjusted improvement ratio* dengan *user importance*. Hasil nilai ini dapat memberikan pemahaman yang jelas tentang memprioritaskan kualitas yang diharapkan oleh pengguna. Hasil perhitungan nilai *adjustment importance* dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13. Nilai Adjustment importance**

Atribut	Pernyataan	Adjustment Importance
Multifungsi	1	1.88
Praktis	2	1.58
Ukuran Sesuai	3	1.51
Aman	4	1.51
Konstruksi Kuat	5	1.54
Bahan Baku	6	1.52
Perawatan	7	1.49
Umur Pakai	8	1.29
Waktu	9	1.40
Harga	10	1.51

### 4.1 Perhitungan House Of Quality (HOQ)

#### 1. Penentuan Respon Teknis

Respon teknis ini dibuat berdasarkan kebutuhan yang diminta oleh konsumen. Dalam respon teknis ini, kebutuhan konsumen akan diterjemahkan dalam bentuk istilah teknis. Daftar karakteristik teknis dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14. Penentuan Respon Teknis**

No	Pernyataan	Karakter Teknis
1	Memiliki banyak fungsi dalam satu meja produksi	meja produksi multifungsi
2	Mudah dalam penggunaan setiap fungsi	Praktis
3	Desain meja yang sesuai dengan postur tubuh manusia	ukuran nyaman untuk pekerja
4	Tidak menimbulkan efek rasa sakit terhadap tubuh pengguna saat digunakan	aman digunakan
5	Meja produksi memiliki desain konstruksi yang kuat	konstruksi permanen
6	Penggunaan bahan baku meja produksi yang kuat dan awet	bahan baku yang kuat & tahan air
7	mudah dalam perawatan dan pembersihan meja	bagian meja mudah dibersihkan dan dirawat
8	Meja dapat dipakai dalam kurun waktu yang lama	umur pakai produk
9	Meja yang dapat mendekatkan dan mengurutkan tahapan proses produksi ayam potong	waktu produksi lebih cepat
10	Harga jual meja produksi ayam potong yang terjangkau	Harga Bersaing

#### 2. Matriks Relasi

Matriks ini merupakan matriks yang menghubungkan respon teknis dan kebutuhan konsumen. Hasil korelasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 15. Semisal pada kebutuhan konsumen akan meja yang memiliki banyak fungsi dalam satu meja produksi memiliki hubungan kuat dengan meja produksi yang multifungsi.

**Tabel 15. Matriks Relasi**

		Product Characteristics									
		User Importance, $I$	Meja Produksi Multifungsi	Praktis	Ukuran nyaman untuk pekerja	Aman digunakan	Konstruksi permanen	Bahan baku yang kuat dan tahan air	bagian meja mudah dirawat dan dibersihkan	umur pakai produk	Waktu Produksi Lebih cepat
No	Kriteria Produk										
1	Memiliki banyak fungsi dalam satu meja produksi	4.18	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Mudah dalam penggunaan setiap fungsi	4.22	0	9	0	0	0	0	0	0	0
3	Desain meja yang sesuai dengan postur tubuh manusia	4.20	0	0	9	0	0	0	0	0	0
4	Tidak menimbulkan efek rasa sakit terhadap tubuh pengguna saat digunakan	4.18	0	0	0	9	0	0	0	0	0
5	Meja produksi memiliki desain konstruksi yang kuat	4.18	0	0	0	0	9	0	0	0	0
6	Penggunaan bahan baku meja produksi yang kuat dan awet	4.18	0	0	0	0	0	9	0	0	0
7	mudah dalam perawatan dan pembersihan meja	4.26	0	0	0	0	0	0	9	0	0
8	Meja dapat dipakai dalam kurun waktu yang lama	3.04	0	0	0	0	0	0	0	9	0
9	Meja yang dapat mendekatkan dan mengurutkan tahapan proses produksi ayam potong	3.82	0	0	0	0	0	0	0	0	9
10	Harga jual meja produksi ayam potong yang terjangkau	4.20	0	0	0	0	0	0	0	0	9

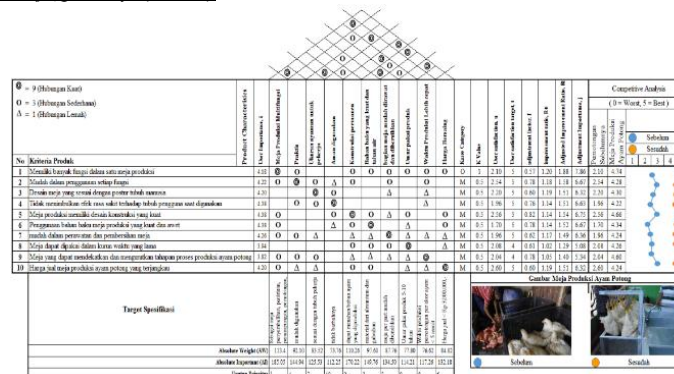
### 3. Analisis Benchmarking

Analisis *benchmarking* ini dilakukan dengan membandingkan produk Meja Produksi Ayam Potong dengan meja pemotongan ayam sebelumnya. Kuesioner ini dibagikan kepada 50 responden. Hasil penyebaran kuesioner *benchmarking* dapat dilihat pada Tabel 16 berikut ini.

**Tabel 16. Hasil Kuesioner Benchmarking**

Pernyataan	Tanggapan Konsumen					Total	Nilai Kinerja
	STP	TP	CP	P	SP		
	1	2	3	4	5		
1 Memiliki banyak fungsi dalam satu meja produksi	0	0	2	9	39	237	4.74
2 Mudah dalam penggunaan setiap fungsi	0	0	1	34	15	214	4.28
3 Desain meja yang sesuai dengan postur tubuh manusia	0	0	6	23	21	215	4.3
4 Tidak menimbulkan efek rasa sakit terhadap tubuh pengguna saat digunakan	0	0	11	17	22	211	4.22
5 Meja produksi memiliki desain konstruksi yang kuat	0	0	2	13	35	233	4.66
6 Penggunaan bahan baku meja produksi yang kuat dan awet	0	0	8	17	25	217	4.34
7 mudah dalam perawatan dan pembersihan meja	0	0	7	24	19	212	4.24
8 Meja dapat dipakai dalam kurun waktu yang lama	0	0	11	15	24	213	4.26
9 Meja yang dapat mendekatkan dan mengurutkan tahapan	0	0	2	16	32	230	4.6
10 Harga jual meja produksi ayam potong yang terjangkau	0	0	6	26	18	212	4.24

### 4. House Of Quality (HOQ)



**Gambar 5. House Of Quality**

### 4.2 Pengolahan Data Antropometri

Data antropometri yang digunakan yaitu tinggi siku posisi berdiri tegak, tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak dan jarak genggam tangan (*grip*) ke punggung pada posisi tangan ke depan dan horisontal.

Perhitungan persentil yang ada yaitu persentil 5, 50, 95. Berikut ini merupakan perhitungan persentil data antropometri dengan rumus :

$$+P5 = \bar{X} - 1,645\sigma$$

$$P50 = \bar{X}$$

$$P95 = \bar{X} + 1,645\sigma$$

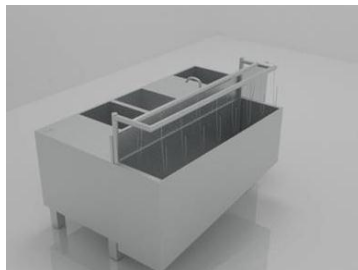
**Tabel 17. Hasil Perhitungan Persentil**

Dimensi	P5	P50	P95
Jangkauan Tangan	76,06	82,53	88,99
Tinggi Siku Berdiri	96,27	104,56	112,84
Tinggi Bahu Berdiri	128,57	139,54	150,503

Persentil yang digunakan pada penelitian ini adalah persentil 50, dimana ukuran rata-rata tubuh manusia. Jadi untuk jangkauan tangan yang digunakan adalah persentil 50 sebesar 82,53, tinggi siku berdiri persentil 50 sebesar 104,56 dan tinggi bahu berdiri sebesar 139,54.

#### 4.3 Perancangan Desain Produk

Perancangan desain ini dilakukan dengan mempertimbangkan dan mengolah seluruh data yang diperoleh. Adapun data yang diperoleh yakni mengenai kebutuhan konsumen, target spesifikasi dan data antropometri. Untuk data panjang meja disesuaikan dengan ruangan produksi dan kebutuhan kondisi kerja. Untuk rancangan desain dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain Meja Produksi Ayam

#### 4.4 Analisis Implementasi

Untuk analisis implementasi ini menggunakan peta aliran proses. Hal ini dilakukan untuk mengetahui waktu proses produksi sebelum dan sesudah menggunakan meja produksi ayam potong. Sebelum menggunakan meja produksi ayam potong total waktu produksi yang diperlukan 321 detik atau sama dengan 5 menit 35 detik untuk proses produksi satu ayam potong. Setelah menggunakan meja produksi ayam potong total waktu produksi yang diperlukan 217 detik atau sama dengan 3 menit 61 detik untuk proses produksi satu ayam potong. Dari data tersebut terlihat bahwa terdapat peningkatan waktu proses produksi yang lebih cepat jika menggunakan meja produksi ayam potong.

#### 4.5 Analisis Produktivitas

Jika menggunakan meja produksi ayam potong mampu menghasilkan 259 ekor ayam per hari atau 7770 ekor ayam per bulan. Jika dibanding dengan kondisi sebelumnya, jumlah ayam yang mampu diproduksi yaitu 238 ekor ayam per hari atau 7140 ekor ayam per bulan. Hal ini dapat menunjukkan selisih produktivitas sebesar 21 ekor ayam per hari atau 630 ekor ayam per bulan dengan persentase sebesar 8,1%. Jika dilihat dari omzet yang diperoleh dengan menggunakan meja produksi ayam potong sebesar Rp 8.417.500,- per hari atau Rp 252.525.000,- per bulan. Namun jika dibanding dengan kondisi sebelumnya sebesar Rp 7.735.000,- per hari atau Rp 232.050.000,- per bulan. Hal ini dapat menunjukkan selisih omzet sebesar Rp 682.500,- per hari atau Rp 20.475.000,- per bulan dengan persentase sebesar 8,1%.

### 5. KESIMPULAN

Dari pengolahan model Kano diperoleh pengembangan atribut meja multifungsi yang termasuk dalam kategori *One dimensional*. Untuk korelasi Kano dan QFD maka ditentukan *K Value* untuk diolah dalam matriks QFD. Hasil pengolahan QFD dan HOQ diperoleh prioritas dalam pengembangan produk dengan nilai *Absolute Importance* tertinggi sebesar 185,07 untuk atribut meja produksi multifungsi. Hasil implementasi yang ditunjukkan dengan melakukan perbandingan menggunakan peta aliran proses, waktu produksi pemotongan ayam meningkat dari 5 menit 36 detik menjadi 3 menit 60 detik. Dari hasil keseluruhan meja produksi ayam potong memiliki keunggulan karena ukuran yang sesuai dengan postur tubuh yang mampu memberikan kenyamanan pekerja. Selain itu meja yang didesain multifungsi ini mampu mengurangi jarak perpindahan dari satu proses operasi ke proses operasi lainnya sehingga mampu meningkatkan waktu produksi pemotongan ayam.

Penerapan meja produksi ayam potong mengalami peningkatan produktivitas dengan persentase 8,1% dan efisiensi investasi produk meja produksi ayam potong berdasarkan *payback period* selama 18 hari. Implementasi meja produksi ayam potong ini dapat memberikan dampak positif terhadap pelaku usaha pemotongan ayam dalam hal produktivitas, efektivitas dan efisiensi.



## PUSTAKA

- Anggraeini, M. dan Arie, D. 2013. *Rancangan Meja Dapur Multifungsi Menggunakan Quality Function Deployment (QFD)*. Jurnal Institut Teknologi Nasional (Itenas) 2(1) ISSN: 2338-5081. Bandung.
- Athoillah, S. 2014. *Statistik Peternakan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2014*. Ungaran: Dinas Peternakan Dan Kesehatan Hewan Provinsi Jawa Tengah.
- Azwar, S. 2008. *Penyusunan Skala Psikologi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Blocher, et al. 2007. *Manajemen Biaya Penekan Strategis*. Jakarta : Salemba Empat.
- Cohen, L. 1995. *Quality function deployment: How to make QFD work for you*. USA: Addison Wesley.
- Devani, V. dan Kuncoro. 2012. *Strategi Peningkatan Kualitas Pelayanan Perpustakaan UIN SUSKA Riau Dengan Menggunakan Metode Kano*. Jurnal Sains Teknologi Industri. Riau: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Ekadeputra, P. 2010. *Pengukuran Kepuasan Pelanggan Menggunakan Metode Kano dan Root Cause Analysis*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Fatima, R. dan Rahmadiyah. 2012. *Perancangan Kemasan Obat Tradisional Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) ISSN: 1979-911X. Yogyakarta.
- Ginting, R. 2010. *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hashim, A. 2012. *Kano Model and QFD integration approach for Ergonomic Design Improvement*. Procedia-Social and Behavioral Sciences 57. Malaysia.
- Jaelani, E. 2012. *Perencanaan dan Pengembangan Produk dengan Quality Function Deployment (QFD)*. Jurnal Sains Manajemen dan Akuntansi Vol. IV No. 1/Mei/2012.
- Kano, N. et al. 1984. *Attractive Quality and Must-be Quality*. The Journal of the Japanese Society for Quality Control, 39-48.
- Kotler, P. dan Armstrong, G. 2001. *Dasar-Dasar Pemasaran*. Jakarta: PT Indeks.
- Mardiasmo. 2009. *Akuntansi Sektor Publik*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Miller Leroy, dan Roger Meiner. 2000. *Teori Mikro Ekonomi*. Jakarta : Raja Grafindo.
- Mitrabasu. 2013. *Integrating Kano Model And Herzberg Two Factor Theory To Unveil The Third Quality Factor Of Patient Satisfaction In A Multispeciality Outdoor Medical Centre*. International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE) ISSN: 2319-6378, Vol.1, Issue-7.
- Muthia, D. 2013. *Integrasi Model Kano Dengan Quality Function Deployment Untuk Meningkatkan Mutu Pelayanan Hotel*. Jurnal Teknik Industri Universitas Sumatera Utara 3(4): 29-34. Sumatera Utara.
- Nicholson, W. 2002. *Mikroekonomi Intermediate*. Jakarta : Raja Grafindo.
- Nurkertamanda, D. 2006. *Perancangan Meja Dan Kursi Anak Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) Dengan Pendekatan Anthropometri Dan Bentuk Fisik Anak*. Semarang: Teknik Industri Universitas Diponegoro.
- Nurmianto, E. 2008. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Octavian, A. 2012. *Kano Model*. Journal Economy Transdisciplinarity Cognition Vol. 15 pp. 116-124. Romania: George Bacovia University in Bacau.
- Seder, A. 2014. *Review on the Theory Of Attractive Quality Kano Model*. Journal of Advanced Science and Engineering Research 4(2) June: 88-102. Malaysia.
- Sutalaksana. 2006. *Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi*. Bandung: Departemen Teknik Industri Institut Teknologi.
- Trisna, dkk. 2000. *Strategi Pengembangan Produk Susu Kedelai dengan Penentuan Karakteristik Produk*. Institut Teknologi Pertanian (IPB) Bogor.
- Ulrich, Karl T., dan Steven D. Eppinger, 2001. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Umar, H. 2000. *Research Method in Finance and Banking*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wignjosoebroto, S. 2003. *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*. Surabaya : Guna Widya.



## ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN METODE QEC DAN RULA PADA UKM YESSY SHOES

Dinda Wiba Kartika Putri<sup>1</sup>, Bambang Suhardi<sup>2</sup>, Rahmadiyah Dwi Astuti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

Telp. (0271)662118

E-mail: dindawiba30@gmail.com<sup>1</sup>, bambangsuhardi\_ugm@yahoo.co.id<sup>2</sup>, niyah22@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*Yessy Shoes merupakan usaha kecil menengah yang memproduksi sepatu dengan produk utama sepatu pantofel. Sebagian besar pekerjaan dilakukan secara manual dengan menggunakan perkakas dan terdapat beberapa proses yang dilakukan dengan bantuan mesin. Sebagian besar pekerjaan kurang didukung fasilitas kerja yang nyaman dan aman serta ergonomis sehingga berpotensi menyebabkan muskuloskeletal disorder. Terdapat 8 stasiun kerja yaitu stasiun penjahitan, penyeseakan, assembly, pengeleman, pemolaan, pelepasan dan pemasangan dan pelepasan sepatu dari lis, finishing, pengampelasan, dan pengepresan. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui postur kerja berbahaya dan memberikan usulan terhadap stasiun kerja dengan skor tertinggi atau paling berbahaya. Berdasarkan penilaian QEC, stasiun kerja dengan nilai tertinggi yaitu stasiun stasiun penjahitan 1, penjahitan 2, assembly 1, pengeleman kulit, assembly 2, assembly 3, finishing 1, dan finishing 2 dengan skor paling tinggi pada penjahitan 2 yaitu 68%. Kemudian penilaian potur kerja didukung dengan skor RULA dan dihasilkan skor tertinggi pada stasiun assembly dengan skor 7 yang termasuk kedalam kategori dilakukan tindakan sekarang juga. Dari hasil skor tersebut kemudian dilakukan wawancara keluhan pekerja dengan NBM dan dihasilkan keluhan pekerja pada bagian leher bagian atas, tengkuk, bahu kiri, bahu kanan, punggung, lengan kanan atas, pinggang, pinggul, pantat, lengan bawah kanan, paha kiri dan kanan.*

**Kata Kunci:** Postur Kerja, QEC, RULA, Musculoskeletal Disorder

### 1. PENDAHULUAN

Tingkat persaingan industri di era globalisasi saat ini semakin ketat, untuk dapat bertahan dalam persaingan, suatu perusahaan juga harus mempunyai sistem kerja yang baik. Oleh karena itu, setiap pelaku industri harus siap berkompetisi. (Muammar, 2016). Pada umumnya operator yang bekerja dengan pergerakan yang berulang-ulang secara terus menerus, pergerakan postur tubuh yang tidak baik, dan penggunaan sejumlah kekuatan yang diperlukan pada suatu aktivitas secara berlebihan dapat mengalami cedera berupa gangguan otot rangka atau musculoskeletal disorder (Ilman dkk, 2013).

Yessy Shoes merupakan UKM sepatu dengan produk keunggulannya adalah pantofel. Yessy Shoes berlokasi di daerah mojosongo, Solo dengan rata-rata produksi sepatu 1000-2000 dalam sebulan. Proses produksi dibagi menjadi 8 stasiun kerja yaitu: stasiun penjahitan, penyeseakan, assembly, pengeleman, pemolaan, pelepasan dan pemasangan dan pelepasan sepatu dari lis, finishing, pengampelasan, dan pengepresan. Sebagian besar kegiatan produksi dilakukan secara manual dan dilakukan dilantai, tetapi terdapat beberapa stasiun yang dilakukan dengan adanya fasilitas yang membantu pekerjaan. Postur kerja yang dihasilkan oleh pekerja sebagian besar adalah posisi membungkuk yang menyebabkan keluhan sakit pada otot atau musculoskeletal, dan lamanya bekerja yaitu 7 jam dalam sehari seringkali mengakibatkan kesemutan di pantat, terkadang sakit di daerah punggung dan leher. Selain itu, ketika pekerja mengambil bahan baku, pekerja harus membungkuk karena bahan baku diletakkan di lantai dan tidak adanya tempat khusus untuk meletakkan bahan baku. Sikap kerja tersebut termasuk kedalam sikap kerja tidak alamiah. Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat, dan sebagainya (Wardaningsih, 2010).

### 2. LANDASAN TEORI

#### a) ERGONOMI

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan segala kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia baik secara fisik maupun mental sehingga dicapai suatu kualitas hidup secara keseluruhan yang lebih baik (Tarwaka, 2004).

**b) MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDS)**

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu yang lama akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan inilah yang biasanya di sebut sebagai musculoskeletal disorders (MSDs) atau cedera pada sistem musculoskeletal (Grandjean, 1993).

**c) QUICK EXPOSURE CHECK (QEC)**

Quick Exposure Check (QEC) dikembangkan oleh Dr. Guangyan Li dan Peter Buckle di *Roben Centre for Health Ergonomis* pada tahun 1991 dengan menggunakan pendekatan ergonomi participatory yang melibatkan 160 praktisi kesehatan dan keselamatan kerja. Penilaian QEC melibatkan pengamat (observer) dan pekerja (worker). Langkah-langkah penilaian beban pada QEC antara lain:

Penilaian Peneliti

1. Penilaian beban untuk punggung
  - a. Postur punggung (A1-A3)
  - b. Pergerakan punggung (B1-B5)
2. Penilaian beban untuk bahu/lengan
  - a. Postur bahu/lengan (C1-C3)
  - b. Pergerakan bahu/lengan (D1-D3)
3. Penilaian beban untuk pergelangan tangan
  - a. Pergelangan tangan (E1-E2)
  - b. Pergerakan pergelangan tangan (F1-F3)
4. Penilaian beban pada leher (G1-G3)

Leher dapat disebut sangat memutar jika gerak memutar atau menunduk berada dalam sudut yang lebih dari 20° atau cenderung mendekati punggung.

Penilaian oleh Pekerja

Setelah penilaian peneliti dibuat, langkah selanjutnya adalah pengisian kuisioner yang dilakukan oleh pekerja. Penilaian oleh pekerja antara lain:

1. Berat maksimum yang ditangani (H1-H4)
2. Waktu yang diperlukan untuk kerja (I1-I3)
3. Besar gaya maksimum (J1-J3)
4. Visual demand (K1-K2)
5. Driving (L1-L3)
6. Vibration (M1-M2)
7. Workspace (N1-N3)
8. Stress (O1-O4)

Exposure level (E) dihitung berdasarkan persentase antara total skor aktual exposure (X) dengan total skor maksimum (Xmaks) yaitu (Brown dan Li, 2003):

$$E (\%) = \frac{X}{X_{maks}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

X = total skor yang diperoleh dari penilaian terhadap postur (punggung + bahu/lengan + pergelangan tangan + leher)

X<sub>maks</sub> = total skor maksimum untuk postur kerja (punggung + bahu/lengan + pergelangan tangan + leher)

**d) RAPID UPPER LIMB ASSESMENT (RULA)**

Metode RULA merupakan salah satu metode penilaian postur kerja yang menggunakan diagram atau gambar postur tubuh serta tiga tabel untuk memberikan evaluasi paparan terhadap faktor-faktor risiko. Faktor risiko yang dinyatakan sebagai faktor beban eksternal adalah jumlah gerakan, kerja otot statis, kekuatan atau tenaga, penentuan postur kerja oleh peralatan dan waktu kerja tanpa istirahat. Penilaian menggunakan RULA memiliki 3 tahapan pengembangan, yaitu :

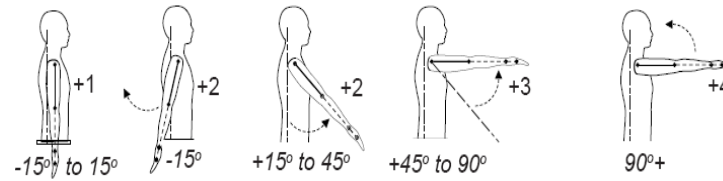
1. Pengidentifikasian Dan Pencatatan Postur Kerja.

Tubuh dibagi menjadi dua bagian yang membentuk dua grup yaitu, grup A yang terdiri dari lengan atas (upper arm), lengan bawah (lower arm), pergelangan tangan (wrist), putaran pergelangan tangan (wrist twist), dan grup B yang terdiri dari leher (neck), punggung (trunk), dan kaki (legs). Hal ini

memastikan bahwa seluruh postur tubuh dicatat sehingga postur kaki, badan, dan leher yang terbatas yang mungkin mempengaruhi postur tubuh bagian atas dapat masuk dalam pemeriksaan.

#### Penilaian Grup A

##### 1. Lengan Atas



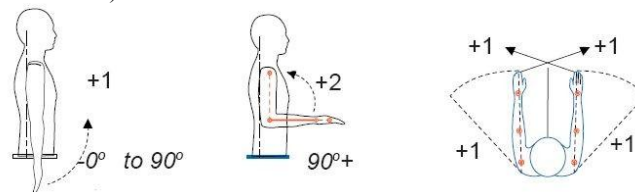
**Gambar 1 Range Pergerakan Lengan Atas (Hedge, 2000)**

**Tabel 1 Skor Bagian Lengan Atas (Upper Arm)**

Posisi Lengan Atas	Skor	Adjustment
15° ke depan maupun kebelakang tubuh	1	+ 1 jika bahu naik +1 jika lengan atas melengkung keluar -1 jika lengan ditopang / seseorang yang berpengalaman
> 15° kebelakang atau 15°-45°	2	
> 45°-90°	3	
> 90°	4	

Sumber: Hedge, 2000

##### 2. Lengan Bawah (Lower Arm)



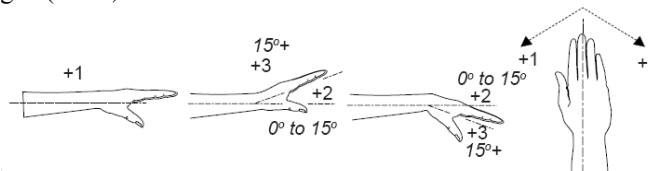
**Gambar 2 Postur tubuh bagian lengan bawah (Lower arm) (Hendge, 2000)**

**Tabel 2 Skor Bagian Lengan Bawah**

Posisi Lengan Bawah	Score	Adjustment
> 0°-90°	1	+ 1 jika lengan bekerja melewati garis tengah atau keluar dari sisi tubuh
> 90°	2	

Sumber: Hedge, 2000

##### 3. Pergelangan Tangan (Wrist)



**Gambar 3 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan (Wrist)(Hedge, 2000)**

**Tabel 3 Skor Pergelangan Tangan (Wirst)**

Posisi Pergelangan Tangan	Score	Adjustment
Posisi netral	1	+1 jika pergelangan tangan menjauhi sisi tengah
0°-15°	2	
> 15°	3	

Sumber: Hedge, 2000

4. Putaran Pergelangan Tangan (*Wrist Twist*)

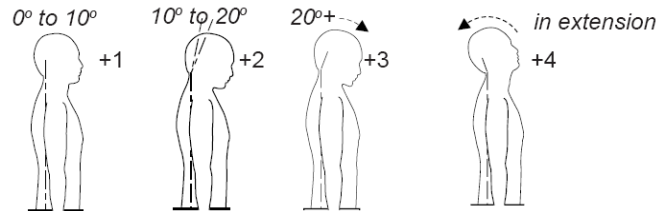
Untuk putaran pergelangan tangan (*Wrist Twist*) pada posisi postur yang netral diberi skor:

1 = posisi tengah dari putaran

2 = posisi pada atau dekat dari putaran

**Penilaian Grup B**

5. Leher (*Neck*)



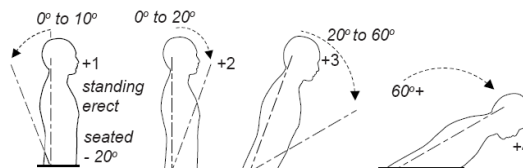
**Gambar 4 Postur Tubuh Bagian Leher (*Neck*) (Hedge, 2000)**

**Tabel 4 Skor Bagian Leher (*Neck*)**

Locate Trunk position	Score	Adjusment
Posisi normal 90 <sup>0</sup>	1	+1 jika leher berputar/bengkok  +1 jika batang tubuh bungkuk
0 <sup>0</sup> -20 <sup>0</sup>	2	
20 <sup>0</sup> -60 <sup>0</sup>	3	
> 60 <sup>0</sup>	4	

Sumber: Hedge, 2000

6. Batang Tubuh (*Trunk*)



**Gambar 5 Postur Tubuh Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)(hedge, 2000)**

**Tabel 5 Skor Bagian Tubuh (*Trunk*)**

Locate Trunk position	Score	Adjusment
Posisi normal 90 <sup>0</sup>	1	+1 jika leher berputar/bengkok  +1 jika batang tubuh bungkuk
0 <sup>0</sup> -20 <sup>0</sup>	2	
20 <sup>0</sup> -60 <sup>0</sup>	3	
> 60 <sup>0</sup>	4	

Sumber: Hedge, 2000

7. Kaki (*Legs*)

**Tabel 6 Skor Bagian Kaki (*Legs*)**

Locate Legs position	Score
Posisi normal/seimbang	1
Tidak seimbang	2

Sumber: Hedge, 2000

Pemberian Skor

Skor untuk tiap gerakan dalam bekerja diberikan sesuai dengan ketentuan yang ada.

1. Pemberian nilai (*Score*) untuk Grup A

**Nilai Grup A = Posture + Muscle use + Force/ Load**

- Postur = nilai (skor) tiap posisi dalam kategori grup A
- *Muscle use* (penggunaan otot) = +1 jika postur statis (dipertahankan dalam waktu 1 menit) atau aktivitas diulang lebih dari 4 kali/ menit.
- Force/ load (beban), diberi skor:  
0 untuk beban < 2kg (pembebanan sesekali)  
1 untuk beban 2-10 kg (pembebanan sesekali)  
2 untuk beban 2-10 kg (pembebanan statis atau berulang-ulang)  
3 untuk beban > 10 kg (berulang-ulang atau sentakan cepat)

Hasil skor untuk grup A kemudian dimasukkan ke dalam tabel 2.x berikut ini.

**Tabel 7 Score Grup A**

Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
		1		2		3		4	
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Sumber: Hedge, 2000

## 2. Pemberian Nilai (Score) untuk Grup B

**Nilai Grup B = Posture + Muscle use + Force/ Load**

- Postur = nilai (skor) tiap posisi dalam kategori grup B
  - *Muscle use* (penggunaan otot) dan *Force/ load* (beban) pemberian skor sama dengan Grup A.
- Hasil skor untuk grup B kemudian dimasukkan ke dalam tabel 2.x berikut ini.

**Tabel 8 Score Grup B**

	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
Neck	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Sumber: Hedge, 2000

## 3. Penilaian Akhir (Grand Score) yaitu skor C

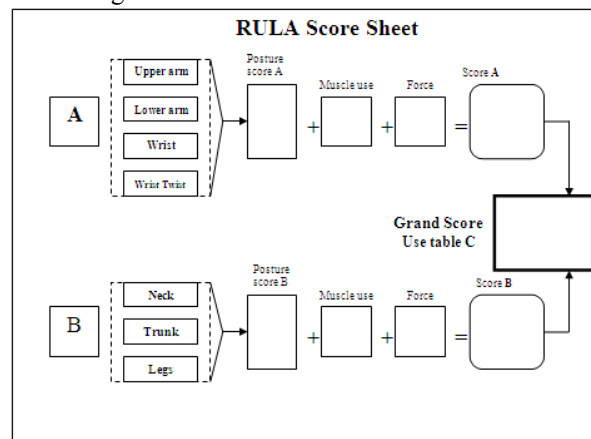
Skor C dapat diperoleh dengan melihat nilai A dan B pada tabel sebagai berikut.

**Tabel 9 Grand Score**

A \ B	B						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Sumber: Hedge, 2000

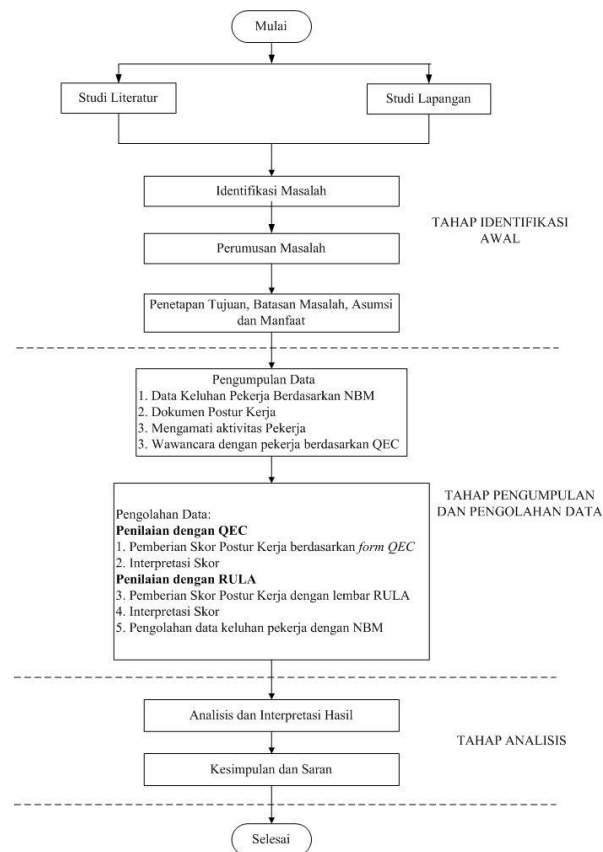
Sistem penilaian dari masing-masing grup selanjutnya dikombinasikan sehingga menjadi skor final. Sistem penilaian RULA dilihat dari gambar 2.25 berikut ini.



**Gambar 10 Sistem Penilaian RULA (McAtamney dan Corlett, 1992)**

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dimulai dari tahap identifikasi masalah yang meliputi studi pustaka dan studi lapangan yang kemudian menghasilkan rumusan masalah. Dari rumusan masalah tersebut, ditentukan tujuan dari penelitian ini. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder, selanjutnya dilakukan pengolahan data yang berkaitan dengan penilaian postur kerja dengan QEC dan RULA. Selanjutnya adalah tahap analisis yang meliputi analisis dan interpretasi hasil serta kesimpulan dan saran. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar I.



**Gambar 6 Flowchart Metodologi Penelitian**

#### 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

##### 1. Pengumpulan Data

##### a. Data Postur Kerja

Dokumentasi postur kerja dilakukan dengan pengambilan gambar (foto) dan rekaman video. Dari rekaman video tersebut kemudian dipilih posisi yang paling menggambarkan pekerjaan pada tiap stasiun kerja yang bertujuan untuk mendokumentasikan proses kerja yang dilakukan oleh pekerja. Dari gambar tersebut kemudian ditarik sudut untuk membantu penilaian postur kerja. Dibawah ini akan ditunjukkan salah satu postur kerja pada stasiun yang berada di Yessy Shoes.



**Gambar 7 Postur Kerja pada Stasiun Assembly**

### b. Data Keluhan Pekerja Berdasarkan QEC

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dan wawancara dengan pekerja Yessy Shoes untuk dilakukan penilaian QEC. Pengamatan dan wawancara dilakukan pada pekerja di tiap stasiun. Penilaian QEC dibagi menjadi dua yaitu penilaian pengamat dan penilaian pekerja. Pengumpulan data penelitian pengamat dilakukan dengan cara mengamati dan menilai aktivitas yang dilakukan para pekerja pada semua stasiun kerja berdasarkan form Quick Exposure Check (QEC) dan pada tahap penilaian pekerja dilakukan dengan wawancara terstruktur berdasarkan pertanyaan yang tersedia pada form Quick Exposure Check (QEC).

### c. Data Nordic Body Map

Data keluhan pekerja didapatkan melalui wawancara langsung dengan pekerja dengan acuan kuesioner Nordic Body Map. Wawancara dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan informasi secara langsung mengenai keluhan dan harapan terhadap stasiun kerja. Melalui Nordic Body Map dapat diketahui keluhan pada bagian tubuh mana saja yang dirasakan pekerja. Dari jumlah keluhan tersebut kemudian didapatkan presentase keluhan sakit di beberapa bagian tubuh.

## 2. Pengolahan Data

### a. Penilaian Postur Kerja dengan Metode QEC

Berdasarkan wawancara dan dokumentasi yang telah diambil kemudian dilakukan penilaian pada QEC dengan rekapitulasi sebagai berikut:

**Tabel 11 Rekapitulasi Data Penilaian Pengamat**

No	Nama	Stasiun Kerja	Punggung		Bahu/Lengan		Pergelangan Tangan		Leher
			1	2	1	2	1	2	
1	Suyamto	Penjahitan 1	A2	B2	C1	D2	E1	F1	G3
2	Tarno	Penjahitan 2	A2	B2	C1	D2	E1	F1	G3
3	Suparjan	Assembly 1	A1	B2	C1	D2	E2	F1	G3
		Penyesekan	A2	B2	C1	D2	E1	F2	G3
4	Azis	Pengeleman, Pemolaan Kulit Sepatu	A2	B2	C1	D3	E1	F2	G3
		Pemotongan Kulit Sepatu	A2	B2	C1	D2	E1	F1	G3
5	Sukiyono	assembly 2	A1	B2	C1	D3	E1	F2	G3
6	Wakidi	Assembly, pemasangan dan pelepasan sepatu dari lis	A2	B2	C1	D3	E1	F1	G3
7	Warni	Finishing 1	A1	B2	C1	C3	A1	F1	G2
8	Agus	Finishing 2	A2	B2	C1	D3	E1	F1	G3
9	Danu	Pengepressan dan Pengamplasan	A2	B1	C1	D1	E1	F1	G1

**Tabel 12 Rekapitulasi Data Penilaian Pekerja**

No	Nama	Stasiun Kerja	H	J	K	L	M	N	P	Q
1	Suyamto	Penjahitan 1 dan Penyesekan	H1	J3	K1	L2	M1	N2	P2	Q1
2	Tarno	Penjahitan 2 dan Penyesekan	H1	J3	K1	L2	M1	N3	P2	Q2
3	Suparjan	assembly 1	H1	J3	K1	L1	M1	N1	P1	Q1
		Penyesekan	H1	J2	K1	L1	M1	N1	P1	Q1
4	Azis	Pengeleman, Pemolaan dan Pemotongan Kulit Sepatu	H1	J2	K1	L2	M1	N1	P1	Q1
		Pemotongan Kulit Sepatu	H1	J2	K1	L2	M1	N1	P1	Q1
5	Sukiyono	assembly 2	H1	J3	K2	L2	M1	N1	P1	Q1
6	Wakidi	Assembly, pemasangan dan pelepasan sepatu dari lis	H1	J3	K2	L2	M1	N1	P1	Q1
7	Warni	Finishing 1	H1	J3	K1	L1	M1	N1	P1	Q1
8	Agus	Finishing 2	H1	J3	K1	L1	M1	N1	P1	Q1
9	Danu	Pengepressan dan Pengamplasan	H1	J2	K2	L1	M1	N1	P1	Q1

Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan *exposure score* untuk mengetahui level resiko yang dialami pekerja dan level tindakan yang dilakukan ditunjukkan pada rekapitulasi level resiko tindakan QEC pada semua stasiun ditunjukkan pada tabel 13

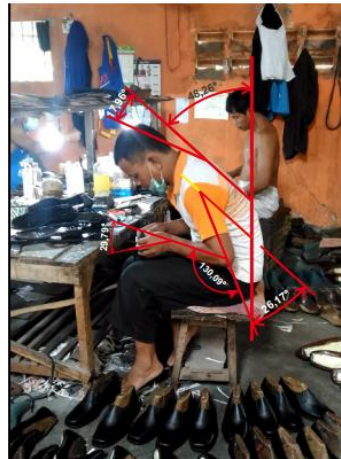


**Tabel 13. Level Tindakan Aktivitas di semua Stasiun**

No	Nama	Stasiun Kerja	Exposure Level	Tindakan
1	Suyamto	Penjahitan 1	63%	Tindakan dalam waktu dekat
2	Tarno	Penjahitan 2	68%	Tindakan dalam waktu dekat
3	Suparjan	Assembly 1	58%	Tindakan dalam waktu dekat
		Penyeseakan	47%	Diperlukan beberapa waktu kedepan
4	Azis	Pengeleman kulit	51%	Tindakan dalam waktu dekat
5	Sukiyono	assembly 2	65%	Tindakan dalam waktu dekat
6	Wakidi	Assembly dan pelepasan sepatu dari lis	65%	Tindakan dalam waktu dekat
		Pelepasan sepatu dari Lis		
7	Warni	Finishing 1	57%	Tindakan dalam waktu dekat
8	Agus	Finishing 2	60%	Tindakan dalam waktu dekat
9	Danu	Pengepressan	42%	Diperlukan beberapa waktu kedepan

**b. Penilaian Postur Kerja dengan Metode RULA**

Penilaian postur kerja dengan metode RULA dilakukan dengan penarikan sudut pekerja meliputi bagian lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), posisi pergelangan (*wrist position*), leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*) dan menilai skor untuk skor penggunaan otot (*muscle use*), skor beban (*add force/load force*), putaran pergelangan (*wrist twist*) dan tumpuan kaki (*legs*). Contoh dari penarikan sudut RULA adalah sebagai berikut



**Gambar 8 Contoh Penarikan Sudut**

Postur kerja yang dinilai adalah postur kerja pada semua stasiun yang berada di Yessy Shoes. Setelah penilaian skor RULA didapatkan maka dilakukan rekapitulasi hasil skor RULA serta level resiko dan tindakan mengenai postur kerja tersebut

**Tabel 14 Rekapitulasi Skor RULA, Level Resiko dan Tindakan**

No	Nama	Stasiun Kerja	Skor RULA	Level Resiko RULA	Tindakan
1	Suyamto	Penjahitan 1	5	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
2	Tarno	Penjahitan 2	4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu kedepan
3	Suparjan	Assembly 1	4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu kedepan
		Penyeseakan	5	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
4	Azis	Pengeleman kulit	6	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
		Pemotongan Kulit Sepatu	5	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
5	Sukiyono	assembly 2	5	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
6	Wakidi	Assembly dan pelepasan sepatu dari lis	7	Tinggi	Tindakan sekarang juga
		Pelepasan sepatu dari Lis	5	Sedang	Tindakan dalam waktu dekat
7	Warni	Finishing 1	3	Kecil	Diperlukan beberapa waktu kedepan
8	Agus	Finishing 2	4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu kedepan
9	Danu	Pengepressan	4	Kecil	Diperlukan beberapa waktu kedepan

Berdasarkan hasil perhitungan RULA dapat dilihat bahwa stasiun kerja assembly dan pelepasan sepatu dari lis memiliki skor paling tinggi yaitu 7 yang dikategorikan sebagai level resiko RULA tinggi dan memerlukan tindakan sekarang juga.

### c. Perhitungan Keluhan Kerja dengan Nordic Body Map

Setelah dilakukan penilaian postur kerja dengan metode QEC dan RULA, kemudian dilakukan perhitungan keluhan pekerja dengan *nordic body map*.

**Tabel 15 Rekapitulasi Nordic body map Pekerja**

No.	Otot Skeletal	Keluhan Operator										Jumlah Keluhan	Presentase
		Penjahitan 1	Penjahitan 2	Assembly 1	Assembly 2	Assembly 3	Pengeleman	Finishing 1	Finishing 2	Pengepressan	Penyeseakan		
0	Leher bagian atas	2	2	3	2	3	3	2	3	1	1	8	80%
1	Tengkuk	3	3	3	4	3	4	4	3	1	1	8	80%
2	Bahu kiri	1	3	2	1	3	1	2	2	2	1	6	60%
3	Bahu kanan	1	3	2	2	3	1	2	2	2	2	8	80%
4	Lengan atas bagian kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
5	Punggung	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1	6	60%
6	Lengan atas bagian kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	10%
7	Pinggang ke belakang	2	1	4	3	3	4	1	2	2	1	7	70%
8	Pinggul	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1	9	90%
9	Pantat	4	4	3	4	3	3	3	3	1	2	9	90%
10	Siku kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
11	Siku kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
12	Lengan bawah bagian kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
13	Lengan bawah bagian kanan	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	10%
14	Pergelangan tangan kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
15	Pergelangan tangan kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
16	Tangan Kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
17	Tangan Kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
18	Paha kiri	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	20%
19	Paha kanan	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3	30%
20	Lutut kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
21	Lutut kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
22	Betis kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
23	Betis kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
24	Pergelangan kaki kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
25	Pergelangan kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
26	Kaki kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
27	Kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0%
<b>Total Skor</b>		<b>42</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>31</b>		

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan dengan metode QEC dapat dilihat bahwa skor dengan level tindakan dalam waktu dekat antara lain stasiun penjahitan 1, penjahitan 2, *assembly* 1, pengeleman kulit, *assembly* 2, *assembly* 3, *finishing* 1, dan *finishing* 2 dengan skor paling tinggi pada penjahitan 2 yaitu 68%. Karena pada metode ini masih tingginya subjektivitas pada penilaian postur kerja kemudian disesuaikan dengan skor RULA dan dihasilkan skor tertinggi dari postur kerja yang dihasilkan adalah stasiun *assembly* 3 (*assembly* dan pelepasan sepatu dari lis) dengan skor 7 dengan level tindakan sekarang juga.

Berdasarkan kuesioner *nordic body map* keluhan banyak terjadi di leher bagian atas, tengkuk, bahu kiri, bahu kanan, punggung, lengan kanan atas, pinggang, pinggul, pantat, lengan bawah kanan, paha kiri dan kanan.

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa perlu adanya perbaikan pada stasiun *assembly* 3 dengan merancang produk meja yang lebih tinggi dan kursi yang memiliki sandaran dan wadah produk setengah jadi yang tinggi untuk mengurangi postur kerja menunduk dan ukuran meja kursi disesuaikan dengan antropometri pekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown R., Li G. (2003). "The development of action levels for the Quick Exposure Check (QEC) system".  
In: McCape PT, Contemporary Ergonomics. London: Taylor & Francis. 2003, pp. 41-6
- Corlett, E. N. (1992). Static Muscle Loading and the Evaluation of Posture. PP: 542-570. London.
- Grandjean, E. (1993). Fitting the Task to the Man. 4th ed. Taylor and Francis Inc, London.
- Ilman, dkk. (2013). "Rancangan Perbaikan Sistem Kerja dengan Metode Quick Exposure Check (QEC) di Bengkel Sepatu X di Cibaduyut," vol 1, no. 2, pp. 120-128.
- Muammar, J. (2016). *Perbaikan Sistem Kerja di Stasiun Kerja Assembly Sol Pabrik Kerajinan Sepatu Yessy dengan Pendekatan Metode 5S*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja. Edisi Pertama*. Cetakan Kedua, Surakarta.
- Wardaningsih, Eka. (2010). *Pengaruh Sikap Kerja Duduk pada Kursi Kerja yang Tidak Ergonomis Terhadap Keluhan Otot-Otot Skeletal bagi Pekerja Wanita Bagian Mesin Cucuk di PT Iskandar Indah Printing Textile Surakarta*. Skripsi. Program D.IV Kesehatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.



UNIVERSITAS DIPONEGORO

---

**Sekretariat Panitia**  
**Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik**  
**Universitas Diponegoro**  
**Jl.Prof.Sudharto, S.H., Tembalang, Semarang 50275**  
**Telp/Fax : (024) 7460052**  
**Email : [acise.tiundip@gmail.com](mailto:acise.tiundip@gmail.com)**  
**Website : [acise.industri.undip.ac.id](http://acise.industri.undip.ac.id)**